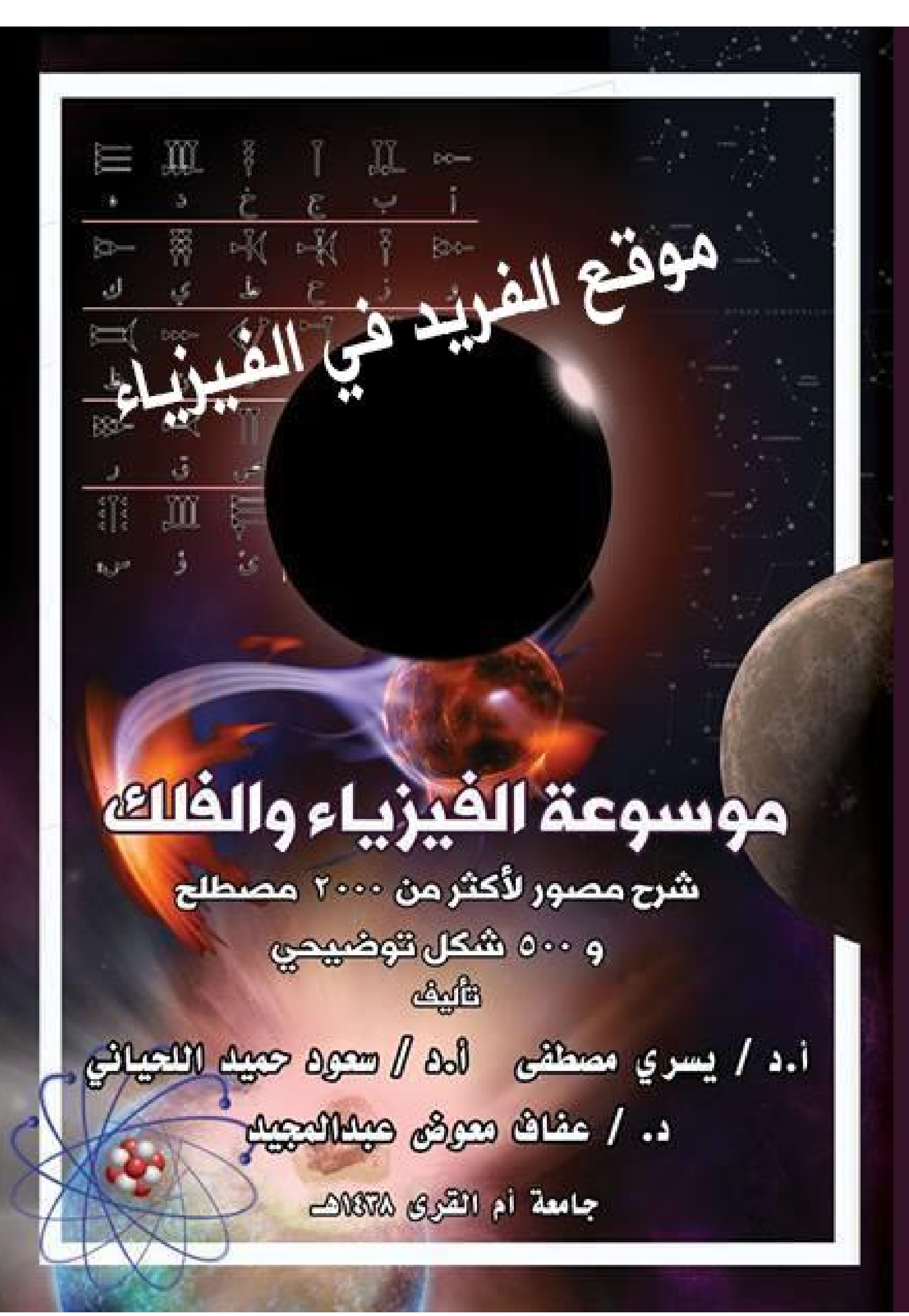


موسوعة الفيزياء والفلك ..أ.د / يسري مصطفى .. أ.د م سعيد حميد اللحياني .. د. / عفاف معوض عبد المجيد
٢٠١٧ م / ١٤٣٨ هـ

تعتبر هذه الموسوعة مرجعاً مفيداً باللغة العربية في جميع فروع الفيزياء بالإضافة إلى علم الفلك وتحتوي على عدد من المفردات العلمية لا يجمعها حتى الآن مرجع واحداً، حيث تحتوي على أكثر من ٢٠٠٠ مصطلح مشروح في مختلف مجالات الفيزياء والفلك مرتبة طبقاً للأبجدية العربية وما يزيد عن ٥٠٠ شكل توضيحي وجدول وصور لبعض العلماء مقرونة بنبذة مبسطة عن المساهمات العلمية التي قدموها للعلم. وفي نهاية الموسوعة تم إضافة فهرس المصطلحات العلمية مرتبة طبقا للأبجدية العربية وذلك بغرض تسهيل بحث القارئ عن مصطلح معين، وكذلك ملحق يلخص بعض العلاقات وقيم الثوابت الفيزيائية، هذا بالإضافة إلى تاريخ للأحداث العلمية المهمة التي أثرت في تطور علم الفيزياء منذ مولد جاليليو وحتى بعد عام ٢٠٠٠ م .

تعتبر هذه الموسوعة إضافة جديدة وإثراء للمكتبة العربية وتوفر مرجعاً مفيداً للطلاب والدارسين والمدرسين وكل المهتمين بعلم الفيزياء والفلك.

ونرجو من الله أن تكون قد وفقنا فيما سعينا إليه وأن نكون قد قدمنا لطلاب العلم في جامعاتنا العربية جهداً متواضعاً حتى نستطيع النهوض بوطننا العربي الحبيب .
والله المستعان وعليه قصد السبيل .

www.alfreed-ph.com

موسوعة الفيزياء والفلك

شرح مصور لأكثر من 2000 مصطلح

و500 شكل توضيحي

تأليف

أ.د/ يسري مصطفى أ.د/ سعود اللحياني

د. / عفاف معوض عبدالمجيد

جامعة أم القرى

1438 هـ

مقدمة

في ظل التطور السريع الذي يشهده العلم بجميع فروعه أصبح من الشاق جداً، إن لم يكن مستحيلاً، على المهتمين والدارسين ملاحقة هذا التطور. في هذا السياق، زاد تداخل علوم الديناميكا الحرارية والكهرومغناطيسية ونظرية النسبية وميكانيكا الكم والفيزياء النووية وفيزياء الحالة الصلبة والليزر والألياف البصرية والإلكترونيات بالإضافة إلى علم الفلك الأمر الذي زاد حجم التحدى أمام المشتغلين بهذا العلم وبالتالى لا يستطيع أي متخصص في فرع ما أن ينسلخ بنفسه ويجد كل ما يحتاجه من مفردات في هذا الفرع، ناهيك عن غير المتخصص. لذلك فمن الضرورى أن يلم الدارس، وأحياناً المتخصص، بحد أدنى من المعرفة في المجالات الأخرى ولن يتحقق ذلك إلا إذا تيسر له الأسلوب السهل والسريع لالتقاط المعلومة التي يبحث عنها.

في الفتره الأخيرة، ظهر في المكتبة العربية العديد من القواميس المصورة والمصطلحات المشروحة والتى في كثير من الأحيان لا تكون وافيه بالشكل الذي يسهل معه تناول المعلومة أو الاكتفاء بما تم شرحه، لذلك كانت الحاجة الماسة لما هو أبسط وأشمل، وجاءت فكرة الموسوعة الشاملة للفيزياء والفلك لتكون النبع السائغ لكل دارس متخصص (أو حتى غير المتخصص)، ولا سيما وقد أصبح احيانا من الصعب على المتخصص في أحد فروع الفيزياء الإلمام بمفردات الفروع الأخرى نظرا لكثرة عددها وتنوعها الكبير.

إن ترسيخ المفهوم العلمى للمفردات العلمية هو الطريق الوحيد للاستيعاب والقدرة على الإبداع. لذلك تهدف هذه الموسوعة إلى تقديم مفردات الفيزياء والفلك في شكل بسيط

غير ناقص للدراسين والقائمين على العملية التعليمية سواء المتخصصين منهم أو غير المتخصصين، الأمر الذي يصعب تنفيذه في كثير من المراجع الأجنبية والعربية على حد سواء. ومن أجل الوصول إلى أسلوب بسيط فقد آثرت الهروب من قيود اللغة في بعض الأحيان واللجوء إلى أسلوب نحت بعض الكلمات ولهذا ما يبرره ولاسيما عندما يمتزج الجهد اللغوي مع الخبرة العلمية (الأكاديمية والتدريسية). هذا ولا بد من الإشارة إلى أن نظام الوحدات المستخدم في هذا الكتاب هو نظام الوحدات العالمى SI والذي يسمى أيضاً بنظام MKS (متر كجم ث) بسبب بساطته ووضوحه، ولم لا وهو الأكثر شيوعاً في معظم المنتديات العلمية.

تعتبر هذه الموسوعة مرجعاً مفيداً باللغةِ العربيةِ في جميع فروع الفيزياء بالإضافة الى علم الفلك وتحتوي على عدد من المفردات العلمية لا يجمعها حتى الأن مرجع واحداً، ولا غنى عنها لطلاب كليات العلوم والهندسة والحاسب الآلي وكذلك طلبة المعاهد الفنية والمهتمين بمجال الفيزياء. ونظراً للأسلوب الشامل والفريد، فإن هذه الموسوعة تعتبر أيضا ذا فائدة كبيرة للمتخصصين في المجالات الأخرى غير الفيزياء. ومن أجل تحقيق الهدف المنشود، تمت مراعاة حسن التصميم والإخراج بطريقة تم فيها استخدام الألوان في الأشكال التوضيحية بطريقة توظيفية، ولم يقتصر الأمر على هذا فقط بل امتد إلى مناقشة موضوع المصطلح بطريقة أكثر بياناً، كما تم الاستعانة بالأشكال والرسومات التوضيحية كلما لزم ذلك، الأمر الذي دعم وضوح الأسلوب وبساطة العرض وعمق المفهوم بالإضافة إلى شمولية العرض.

تحتوي الموسوعة على أكثر من 2000 مصطلح مشروح في مختلف مجالات الفيزياء والفلك مرتبة طبقاً للأبجدية العربية وما يزيد عن 500 شكل توضيحي وجدول وصور لبعض العلماء مقرونة بنبذة مبسطة عن المساهمات العلمية التي قدموها للعلم. وفي نهاية الموسوعة تم إضافة فهرس المصطلحات العلمية مرتبة طبقا للأبجدية العربية وذلك بغرض تسهيل بحث القارئ عن مصطلح معين، وكذلك ملحق يلخص الوحدات الأساسية طبقا للنظام الدولي للوحدات SI، وبعض العلاقات وقيم الثوابت الفيزيائية، هذا بالإضافة إلى تأريخ للأحداث العلمية المهمة التي أثرت في تطور علم الفيزياء منذ مولد جاليليو وحتى بعد عام 2000 م.

تعتبر هذه الموسوعة إضافة جديدة وإثراء للمكتبة العربية وتوفر مرجعاً مفيداً للطلاب والدارسين والمدرسين وكل المهتمين بعلم الفيزياء والفلك. وأرجو من الله أن نكون قد وفقنا فيما سعينا إليه وأن نكون قد قدمنا لطلاب العلم في جامعاتنا العربية جهداً متواضعاً حتى نستطيع النهوض بوطننا العربي الحبيب والله المستعان.

المؤلفون

إبراق TELEGRAPHY

الإبراق اللاسلكي أو التلغراف اللاسلكي هو مصطلح تاريخي يستخدم اليوم للإشارة إلى التقنيات والتجارب الأولى للراديو، وهو إرسال الإشارات الكهربائية بدون سلك. وخاصة تلك التي جرت في الثلاث عقود الأولى للراديو قبل استخدام مصطلح الراديو. وقد اقترن الإبراق اللاسلكي بتشفير المورس في أرسال إشارات الموجات الكهرومغناطيسية بمدة طويلة قبل ظهور الراديو، وأحيانا يسمي تلغراف بالراديو.

كان الهدف من هذا المصطلح هو تمييزه عن الإشارات التقليدية الكهربائية للتلغراف التي تتطلب وجود سلك اتصال بين نقاط البداية والنهاية. انتشر تعبير الإبراق اللاسلكي أوائل القرن الماضي عندما تم استخدام مرسل يعمل بشرارة كهربائية متولدة بين قطبين بينهما مسافة صغيرة، واستخدم مستقبل لتلقي الإشارة في صورة راديو بسيطة. ولكن التطور حتي ذلك الحين يعود إلى بداية **1800** لمايكل فاراداي وهاينريش هرتز، حيث كشف هرتز عن وجود الموجات الكهرومغناطيسية (أو موجات الراديو) من خلال عدة تجارب أجراها آنذاك في ألمانيا عام **1880**. بعد ذلك التاريخ سرعان ما أصبح التلغراف اللاسلكي يشير إلى شفرة المورس التي تنتقل عبر موجات كهرومغناطيسية واستمر ذلك لعقود قبل أن تصبح مرتبطة بمصطلح الراديو. بدأ الإبراق اللاسلكي في عشرينيات القرن العشرين ينتشر في العديد من التطبيقات.

بشكل عام يمكن القول بأن الإبراق هو وسيلة اتصال بين نقطتين وذلك عن طريق إرسال واستقبال سلسلة من نبضات التيار سواء كان ذلك بوسيلة سلكية أو لاسلكية.

أبعد نقطة APOGEE

ابعد نقطة هو مصطلح يستخدم في علم الفلك ويفيد النقطة في مدار القمر الصناعي حول الأرض التي عندها يكون القمر أبعد ما يكون عن الأرض وتسمى هذه النقطة أيضا بنقطة الأوج. كما تسمى نقطة العكس بنقطة الحضيض(**Perigee**) وعندما يكون القمر في الحضيض فإنه يبدو

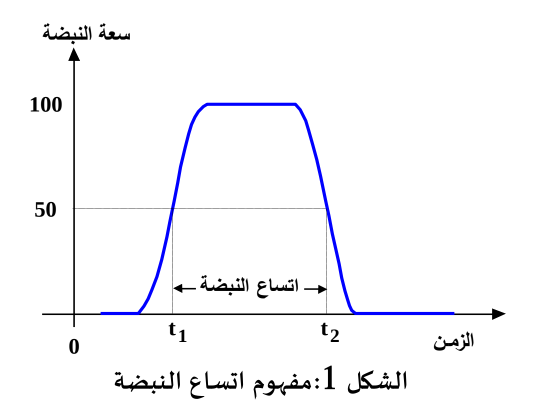
أكبر من حجمه بـنسبة 14% ويرى ذلك بوضوح بالعين المجردة وهي ظاهرة فلكية نادرة لا تتكرر إلا مرة واحدة كل عقدين تقريباً.

اتزان حراري THERMAL EQUILIBRIUM

الاتزان الحراري هو مصطلح يستخدم كثيرا في فروع الفيزياء. الاتزان الحراري هو حالة بين جسمين أو أكثر حيث لا يتم فيها تبادل حراري بين الأجسام. يحدث الاتزان الحراري عند خلط أو تلامس أجسام ذات درجات حرارة مختلفة أو وضعها في وسط أخر. يحدث التبادل الحراري بين الأجسام عندما تسري الحرارة من الجسم الأعلى درجة الحرارة إلى الجسم الأقل ويستمر ذلك حتى تتساوى درجتي حرارة الجسمين وعندها يقال أن الاتزان الحراري موجود، أنظر ايضا قانون نيوتن للتبريد.

اتساع النبضة PULSE WIDTH

اتساع النبضة هو مصطلح يستخدم في مجال الكهربية وعلم الإلكترونات ويعرف بأنه الفترة الزمنية بين الحافة السابقة (الصاعدة) والحافة اللاحقة (الهابطة) للنبضة عند منتصف ذروة الارتفاع، كما يتضح من الشكل 1. يقاس اتساع النبضة بوحدات الزمن.



الشكل 1:مفهوم اتساع النبضة

اتصال LINK

مصطلح الاتصال أو الربط له عدة معاني منها:

هو مسار بين جهازي تحويل ضمن مركز رئيسي، أو

هو أداة الربط بين جهازين (حاسوب) أو أكثر كما في حالة الشبكة، أو

هو عبارة عن نظام إرسال واستقبال يربط بين موقعين أو أكثر.

اتصال راديوي RADIO COMMUNICATION

يصــف هذا المصــطلح عملية انتقال المعلومات بين نقطتين أو أكثر باســتخدام موجات الراديو أو الموجات الكهرومغناطيسية.

اتصال كهرومغناطيسي ELECTROMAGNETIC COMMUNICATION

الاتصال الكهرومغناطيسي هو استخدام الموجات الكهرومغناطيسية لنقل المعلومات بين نقطتين، ويسمى هذا النوع من الاتصال أيضا بالاتصال اللاسلكي. يمكن تصنيف الاتصالات اللاسلكية إلى اتصالات لاسلكية موجهة واتصالات لاسلكية غير موجهة

الاتصــالات اللا ســلكية الموجهة تســتخدم هوائيات موجهة والمثال البســيط لها هو شــبكة الهاتف المحمول، ولاســتخدام هذه الهوائيات فوائد كثيره منها أنها: تســهم في خفض نســبة التشــويش والتداخل بين الترددات حيث يوجد توجيه محدد للإشـارة ويؤدي ذلك لإمكانية اسـتخدام الترددات لعدة مرات في أماكن مختلفة مع الحفاظ على عدم التداخل، كما يســهم التوجيه في خفض طاقة الإرسال لأن الهدف يكون محددا وليس عشوائي بالتالي يتم التوفير في استهلاك الطاقة، كما أن لها خصوصية كبيرة علاوة على قلة التشويش في القناة نفسها .

مثال الاتصالات اللاسلكية غير الموجهة هو البث الإذاعي والبث التليفزيوني حيث يتواجد برج واحد مركزي بالمدينة ويبث الإشارة في كافة الجهات باستطاعة عالية من أجل التغطية الشاملة للمدينة.

إثارة EXCITATION

الإثارة هي عملية تحفيز الذرة، الجزيء، أو نظام من الجزيئات بواســطة قوة خارجية أو جهد خارجي يطبق على النظام أو عن طريق التصــادم مع جســم أخر ليســتجيب بشــكل ما لهذا التحفيز. كما يمكن القول بأن الإثارة هي عملية زيادة الطاقة الداخلية للنظام الذرى أو الجزيئي لتصــل إلى مســتوى طاقة أعلى. فعلى ســبيل المثال، بالنســبة للذرات الموجودة في حيز مفرغ فإن الإثارة تشــير عادة إلى زيادة منسوب طاقة الإلكترونات المقيدة.

آثر العادم EXHAUST TRAIL

يتكون أثر العادم عندما يتكثف من عادم الطائرة بخار الماء المختلط والمشبع بالهواء والموجود في أعقاب مسار الطائرة. إن أثر العادم يحدث بشكل شائع ومن أمد بعيد قبل ظهور آثار الديناميكا الهوائية. يسمى هذا الأثر أيضا بعادم المحرك. عندما يتعلق الأمر بالطائرات يظهر آثر العادم على هيئة خطوط رقيقة من الغيوم، تتشكل وراء الطائرات التي تحلق على ارتفاعات عالية (الشكل 2)، ويتألف من نقاط مائية أو بلورات جليدية تتشكل عندما يتكثف بخار الماء، أي يصبح سائلاً أو يتجمد. وتسمى الخطوط النفاثة أيضا بالآثار المكثفة أو الآثار النفاثة أو الآثار البخارية.



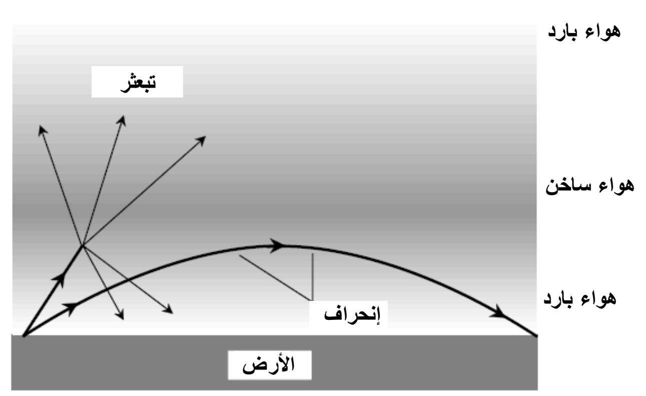
الشكل 2: صورة أثر العادم لطائرة نفاثة

أثر القناة DUCT EFFECT

هي ظاهرة تحدث في منطقة التربوسفير تؤدى إلى شكل معين من أشكال انتشار الموجات تقريباً عند نفس ترددات الانحناء وتبعثر هذه الموجات والتي تحدث في هذه الطبقة، الشكل 3. تتشكل القناة عندما تصبح طبقة من الهواء البارد محصورة بين طبقتين من الهواء الأسخن. يكون هذا شائعاً على طول وقرب جبهات الطقس عند خطوط تساوى درجة الحرارة. أيضا، يحدث هذا كثيرا فوق أسطح الماء أثناء ساعات النهار، كما يحدث على سطح الأرض في الليل.

من الممكن أن تأسر موجات الراديو داخل منطقة الهواء الأبرد، تقريبا كما يحدث لموجات الضوء عندما تأسر داخل الليف الضوئي. في أغلب الأحيان، يسمح تكون القناة بالانتشار ذات الجودة

العالية للاتصال ولمسافات تصل مئات الكيلومترات عند الترددات العالية جداً والترددات الفوق عالية.

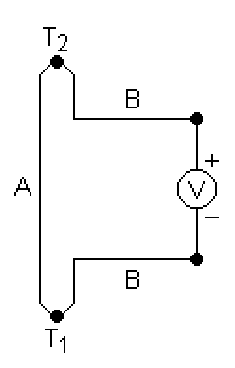


الشكل 3: مخطط يوضح كيف أن منطقة التربوسفير تبعثر وتحرف الموجات عند بعض الترددات.

أثر سيبك SEEBECK EFFECT

تأثير سيبك هو عملية تحويل اختلافات درجة الحرارة إلى كهرباء. تم اكتشاف هذا التأثير لأول مرة بواسطة الفيزيائي الألماني يوهان سيبك في عام **1821** م، حيث وجد تكون فرق جهد بين نهايتي معدنيتين موجودتان عندما درجات حرارة مختلفة. في التجربة التي أجراها اكتشف سيبك أيضا بأنّ إبرة البوصلة تنحرف عند غلق الدائرة المشكلة من المعدنين (الشكل 4). يحدث هذا التأثير لأن المعادن تستجيب بشكل مختلف عند اختلاف درجة الحرارة، الأمر الذي يولد تيار في المسار المغلق وبالتالي يتولد حقل مغناطيسي.

يتناسب فرق الجهد المتولد مع درجة الحرارة طبقاً للمعادلة $V=(S_B-S_A).(T_2-T_1)$، حيث S_A و S_B معاملات سيبك للمعدنين **A** و **B** والذين يسميان أيضاً بالقدرة الكهروحرارية أو القدرة الحرارية للمعادن. تم الاستفادة من هذا التأثير في مبدأ عمل الازدواج الحراري الذي يتركب من أسلاك معدنية مختلفة والذي يستخدم في قياس الاختلاف في درجة الحرارة بشكل مباشر، أو لقياس درجة الحرارة المطلقة.

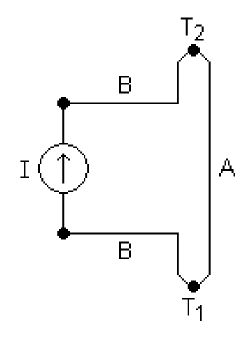


الشكل 4: دائرة مغلقة تحتوي على وصلتي من معدنين مختلفين عند درجات حرارة مختلفة.

أثر بلتيه PELTIER EFFECT

لوحظ تأثير بلتيه لأول مرة عام **1834** بواسطة العالم جين بلتيه. إن تأثير بلتيه هو عكس تأثير سيبك؛ حيث ينشأ اختلاف في درجة الحرارة نتيجة تطبيق فرق جهد كهربي عندما يمر تيار كهربي خلال معدنين أو شبه موصلين مختلفين (من نوع - **n** ومن نوع -**p**) يكونا وصلات يقوم التيار بنقل الحرارة من إحدى الوصلات إلى الوصلة الأخرى. يترتب على ذلك أن درجة حرارة إحدى الوصلتين تنخفض بينما ترتفع درجة حرارة الوصلة الأخرى (أنظر الشكل **5**). تم الاستفادة من هذا التأثير في تقنيات التبريد الكهروحراري.

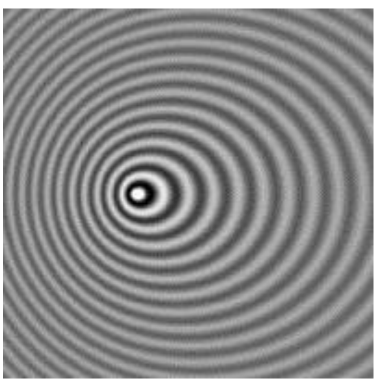
عندما يتدفق تيار I خلال الدائرة، فإن درجة حرارة الوصلة العليا ترتفع ودرجة حرارة الوصلة السفلى تنخفض، في نفس الوقت. يتناسب معدل انتقال كمية الحرارة من إحدى الوصلات إلى الأخرى مع التيار طبقاً للعلاقة، $Q = \pi_{AB} I = (\pi_A - \pi_B) I$ ، حيث π_{AB} هو معامل بلتيه للازدواج الحراري ككل و π_A و π_B هي معاملات بلتيه للمعادن **A** و **B**. يكون معامل بلتيه للمواد شبه الموصلة من النوع- **P** موجبً ولنوع- **N** سالباً.



الشكل 5: يؤدى مرور التيار في الوصلتين إلى انتقال الحرارة من الوصلة السفلى إلى العليا.

أثر دوبلر DOPPLER EFFECT

تم تسمية أثر (أو تأثير) دوبلر نسبة إلى مكتشفه العالم كريستيان دوبلر. هو عبارة عن تغير ظاهري في تردد الموجة الملاحظ بواسطة المشاهد الذي يتحرك بالنسبة إلى مصدر الموجات. يمكن تلخيص هذه الظاهرة في أن تردد الموجات للمصـــدر المتحرك يكون أمام المصـــدر أكبر من التردد للموجات خلف المصدر.



الشكل 6: مصدر الموجات يتحرك نحو اليسار، لذلك فإن التردد على اليسار يزداد ويقل على اليمين.

يبين الشــكل 6 هذا المفهوم حيث يتحرك مصــدر الموجات الصــوتية إلى اليســار. في حالة الموجات الصـوتية، التي تنتشـر في وسـط موجي، فإن سـرعة المشـاهد وسـرعة المصـدر تقدر نسـبة إلى الوسـط الذي تنتقل خلاله الموجات. لذلك فإن التأثير الكلى لدوبلر قد ينتج من حركة المصـــدر أو من حركة المشــاهد. يتم تحليل كلّ من هذه التأثيرات بشــكل منفصــل. بالنســبة للموجات التي لا تتطلّب أي

وسط، مثل الضوء أو الجاذبية النسبية الخاصّة فإن الاختلاف النسبي في السرعة بين المشاهد والمصدر هو فقط الذي يأخذ في الاعتبار.

أثر زيمان ZEEMAN EFFECT

العلاقة البديعة بين الكهرباء والضوء والتي تبدو أنها تعطى البرهان المباشر لنظرية ماكسويل هي أن الموجات الضوئية هي عبارة عن الموجات الكهرومغناطيسية التي اكتشفها العالم زيمان عام 1896.

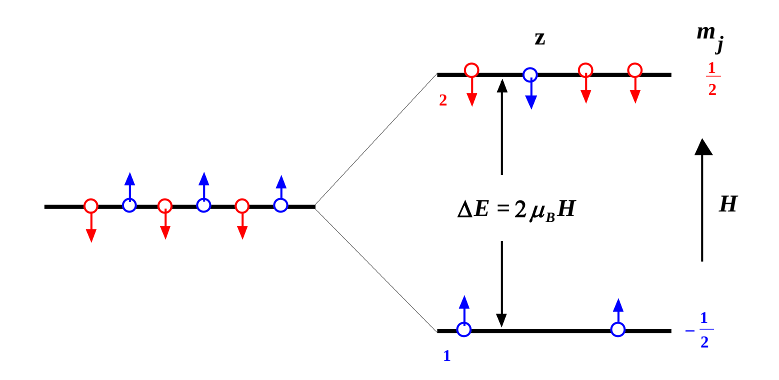
وجد زيمان أن لهب الصوديوم أو أي غاز متألق أخر عند تسخينه يبعث ضوء له أطوال موجية محددة بخطوط معينة في الطيف. عند وضع المادة أو الغاز في مجال مغناطيسي قوى فإن كل خط طيف موجود في الطيف المعتاد ينشق إلى مجموعة من الخطوط. تم تفسير هذه المجموعات بواسطة الفيزيائي الألماني لورنتز بافتراض أن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تنشأ من اهتزاز الإلكترونات ذات الشحنة السالبة. في الحقيقة يؤدى تطبيق المجال إلى انفلاق مستويات الطاقة وإعادة ترتيب الإلكترونات الأمر الذي معه تنبعث فوتونات عند انتقال إلكترونات إلى مستويات طاقة أدنى. يبين الشكل 7 هذا المفهوم. عند تطبيق مجال مغناطيسي على الذرة يحدث ما يسمى بانفلاق أو انشقاق زيمان لمستوى الطاقة، وتكون طاقة زيمان على الصورة،

$$E = -\mu . \mathrm{B} = g\mu_B B m_j$$

حيث j هو الرقم الكمي المغناطيسي للمستوى و $\mu_B \cong e\hbar / 2m = 9.3 \times 10^{-24} \mathrm{J\,m^2/W}$ هو مغنيط بوهر، و m_j العزم الكمي المغناطيسي المقابل. إذا كان $j = \frac{1}{2}$ فإن m_j تأخذ القيمة $-\frac{1}{2}$ أو $\frac{1}{2}$ وهذا يولد انفلاق في مستوى الطاقة إلى مستويين، كما هو مبين بالشكل. ويكون الفرق بين طاقة المستويين هو،

$$\Delta E = g\mu_B B$$

لاحظ أن للمستوى السفلى، $m_j=-\frac{1}{2}$ ، يكون العزم موازياً للمجال، ويكون العزم في المستوى العلوى عكس المجال.



الشكل 7: تأثير زيمان وتغير عدد الإلكترونات في المستويات عند تطبيق المجال الخارجي. عدد الإلكترونات هنا اختياري ولتوضيح المفهوم فقط.

أثر طومسون THOMSON EFFECT

سمى هذا الأثر تكريما للعالم وليام طومسون. يصف هذا التأثير تبريد أو تسخين موصل يحمل تيار كهربي مع وجود ميل في درجة الحرارة. بمعنى أن أي موصل يحمل تيار كهربي ونهايتيه موجودتان عند درجات حرارة مختلفة فإن الموصل سوف يمتص أو يبعث الحرارة وذلك طبقاً لنوع مادة الموصل.

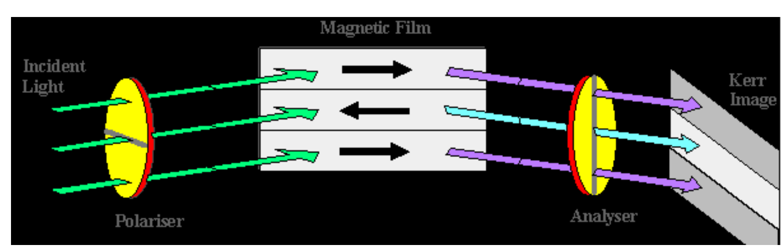
بفرض أن كثافة التيار المار في موصل متجانس هي I ، فإن كمية الحرارة المتولدة في وحدة الحجوم هي $q=\rho I^2-\mu I\, dT/dx$ ، حيث ρ كثافة المادة و dT/dx هو الميل الحراري عبر الموصل، و μ هو معامل طومسون. الحد الأول ρI^2 هو ببساطة حرارة جول والتي تكون عملية لا-انعكاسية. الحد الثاني عبارة عن حرارة طومسون والتي تتغير إشارتها عند تغيير اتجاه التيار I .

في المعادن مثل الخارصين والنحاس تكون النهاية الساخنة عند الجهد الأعلى والنهاية الباردة تكون عند الجهد المنخفض، وعند تحرك التيار من النهاية الساخنة إلى الباردة فإن الجهد يتغير من القيمة العالية إلى القيمة الأقل وبالتالي تتحرر طاقة حرارية. يسمى هذا الأثر بأثر طومسون

الموجب. على النقيض مما سبق، في المعادن مثل الكوبلت، النيكل، والحديد تكون النهاية الساخنة عند الجهد الأقل والنهاية الباردة عند الجهد الأعلى، وعند تحرك التيار من النهاية الساخنة إلى الباردة فإن الجهد يتغير من القيمة الأقل إلى القيمة الأعلى ويوجد امتصاص للطاقة المتحررة. يسمى هذا الأثر بأثر طومسون السالب. في الرصاص يكون تأثير طومسون مساوياً للصفر.

أثر كير KERR EFFECT

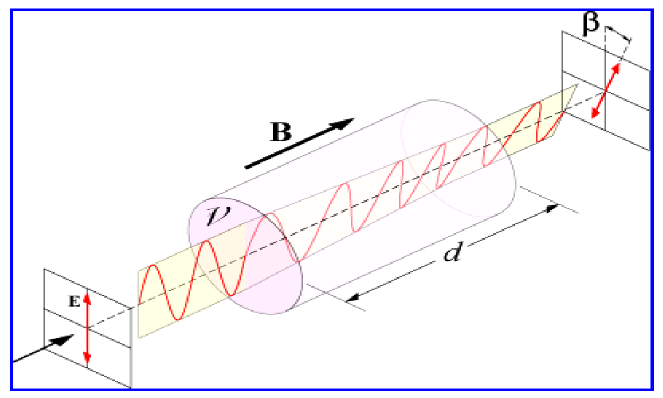
هو أثر قريب من أثر الدوران الذي اكتشفه العالم فارادای والذي اكتشف في الحقيقة قبل ذلك بواسطة العالم كير الذي وجد أنه عند انعكاس ضوء مستقطب على سطح قطب مغناطيسي مصقول فإن مستوى استقطاب الشعاع الضوئي يدور. أنظر أثر فارادای. يبين الشكل **8** مفهوم تأثير كير الضوئمغناطيسي (**MOCE**).



الشكل 8: مفهوم تأثير كير الضوئمغناطيسي.

أثر فارادای FARADAY'S EFFECT

هو عبارة عن تأثير ضوئمغناطيسي تم اكتشافه على يد العالم ميشيل فارادای عام **1845** والذي قدم الدليل العملي على وجود علاقة بين الضوء والمغناطيسية. إن أثر فارادای هو عبارة عن ظاهرة دوران مستوى استقطاب الضوء عند انتشاره في شبه موصل في اتجاه موازي للمجال المغناطيسي المطبق. تتعين كمية الدوران بالمعادلة $\beta = \nu B d$ ، حيث β زاوية الدوران، ν معامل فيرديت و B شدة المجال المغناطيسي، و l السمك. لا يعتمد معامل فيرديت على درجة الحرارة، الطول الموجي وأحياناً لا يعتمد على شدة المجال. يبين الشكل **9** هذا المفهوم.



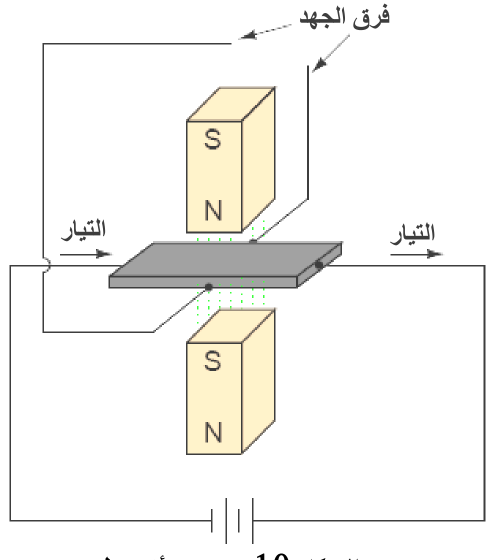
الشكل 9:مفهوم أثر فارادي.

أثر هول HALL'S EFFECT

يتلخص أثر هول في إنه عند وضع موصل يحمل تيار كهربي في مجال مغناطيسي متعامد على اتجاه مرور التيار فإنه ينشأ فرق جهد في الاتجاه المتعامد مع كل من اتجاهي التيار والمجال المغناطيسي، انظر الشكل 10. وقد زودنا تأثير هول بأوضح دليل علمي على وجود حاملات التيار الموجبة في البلورات.

أحد السمات المهمة لأثر هول هي التمييز بين المواد ذات حاملات الشحنة السالبة وتلك ذات حاملات الموجبة، كما يقدم أثر هول الدليل الحقيقي الأول على أن التيار الكهربي يحمل بواسطة الإلكترونات وليس البروتونات، كما يبين أثر هول أيضاً أن بعض المواد (خاصة أشباه الموصلات تفضل أن يحمل التيار بواسطة الفجوات الموجبة بدلاً من الإلكترونات السالبة.

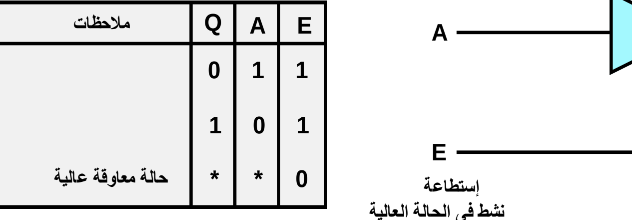
بقياس جهد هول عبر العينة يمكن تعيين شدة المجال المغناطيسي المطبق بالعلاقة $V_H = IB/ned$، حيث V_H الجهد عبر سمك اللوح، I التيار المار على امتداد طول اللوح، B شدة المجال المغناطيسي المطبق، d سمك اللوح و، e شحنة الإلكترون، و n هي الكثافة الحجمية للإلكترونات الحاملة للتيار.



الشكل 10: توضيح أثر هول.

أجهزة الحالة الثلاثية TRISTATE DEVICES

هي أجهزة محولات منطقية لها ثلاث حالات منطقية هي: منطق 1، منطق 0 ومعاوقة عالية. تعمل هذه الأجهزة بنفس طريقة عمل الأجهزة المنطقية المعتادة بعد تنشيط خط الاستطاعة. يدخل الجهاز في حالة المعاوقة الكبيرة عند تعطيل دخل الاستطاعة أو فصله عن الجهاز. يبين الشكل 11 رمز المحول (المصد) ثلاثي الحالة وجدول الصدق له.



E	A	Q	ملاحظات
1	1	0	
1	0	1	
0	*	*	حالة معاوقة عالية

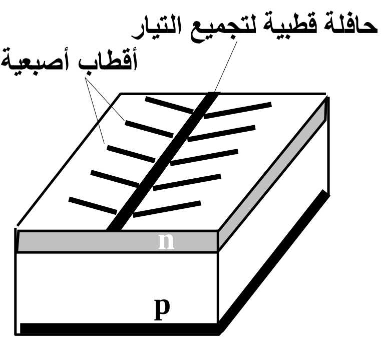
أ - الرمز التخطيطى ب - جدول الصدق

الشكل 11: رمز المحول ثلاثي الحالة وجدول الصدق له.

أجهزة فولتضوئية PHOTOVOLTAIC DEVICES

تسمى الأجهزة الفولتضوئية أيضا بالخلايا الشمسية وعبارة عن أجهزة تحول طاقة الإشعاع الشمسي الساقطة إلى طاقة كهربية. تمتص الفوتونات الساقطة وتتولد حاملات شحنة تتحرك خلال الحمل الخارجي لتبذل شغل كهربي.

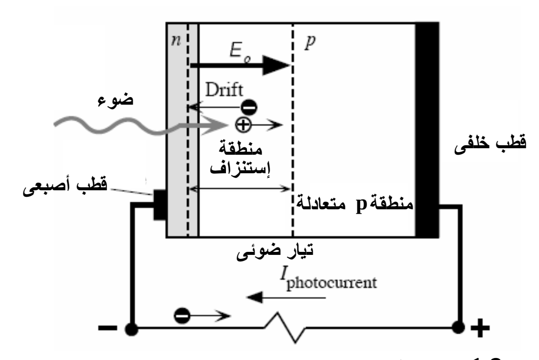
من الممكن أن تكون الأجهزة الفولتضوئية عبارة عن وصلات شوتكي المتكونة من معدن/ شبه موصل، أو وصلة **pn**، أو أجهزة **pin**. على سبيل المثال، تتكون الخلية الشمسية المتكونة من وصلة **pn** سيلكونية من طبقة رقيقة من النوع-**n** مرسبة على وسادة من النوع-**p**، كما هو مبين في الشكل **12**.



الشكل 12: تركيب الخلية الشمية.

يجب أن تصمم الأقطاب المتصلة بالجانب **n** على شكل أصابع لتسمح بمرور الضوء إلى الجهاز وفي نفس الوقت تعمل كمقاومة صغيرة متصلة على التوالي. يسمح السمك الرقيق لهذه الطبقة بامتصاص معظم الفوتونات في منطقة الاستنزاف وخلال المنطقة المتعادلة في الجانب **p**.

يتنج عن امتصاص الفوتونات تولد أزواج إلكترون فجوة والتي تتحرك في اتجاهات متعاكسة تحت تأثير المجال الكهربي المتأصل $E_{\circ}$ بعيد إلى النهايات الطرفية للخلية. ونتيجة لهذه الحركة يتكون فرق جهد على أطراف الدائرة المفتوحة. عند توصيل مقاومة حمل خارجي فإن الإلكترونات الزائدة في الجانب **n** تتحرك في الدائرة الخارجية مسببة تيار (يسمى تيار ضوئي) وتتصل إلى الجانب **p** لتتحد مع الفجوات، كما يتضح في الشكل **13**.



الشكل 13: مبدأ عمل وتوليد التيار بواسطة الخلية الشمسية.

مع استمرار سقوط الضوء يستمر توليد الأزواج وبالتالي يستمر تدفق التيار في الحمل. يجب طلاء السطح بطبقة تقلل من انعكاس الضوء لتعظيم عمل الخلية.

تم الاستفادة من هذه التقنية في العديد من التطبيقات وأهمها تسخير الطاقة الضوئية في تسيير السيارات. يبين الشكل **14** صورة سيارة الأحلام هوندا التي تم تصميمها عام **1996** وتعمل بواسطة الخلية الفولتضوئية.



الشكل 14: سيارة الأحلام هوندا.

أحادي اللون Monochromatic

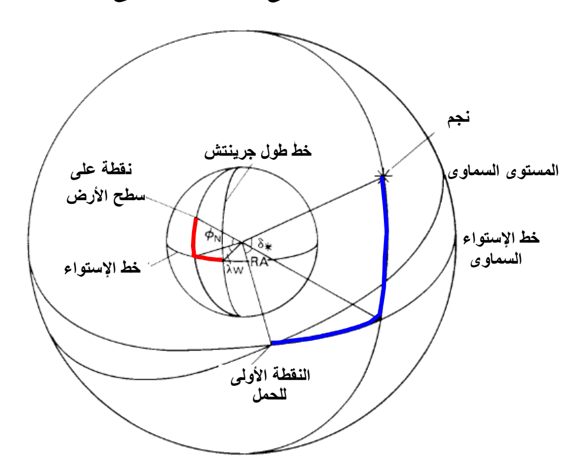
هو مصطلح يطلق على الضوء أو الإشعاع. الضوء الأحادي اللون هو الضوء له طول موجي وحيد أو تردد وحيد، بمعنى أنه لون معيّن مثل الأخضر أو الأحمر وهكذا، أما الضوء الأبيض فهو ضوء غير أحادي اللون لأنه يحتوي على جميع الألوان. يستخدم هذا المصطلح في مجال البصريات وفي مجال الإلكترونيات عند التعامل مع الوان الشاشات.

احتكاك FRICTION

يعرف الاحتكاك بأنه القوة التي تعاكس حركة سطح جسم ملامس لسطح جسم أخر. يوجد نوعان من الاحتكاك: 1-احتكاك ساكن (Static friction) وهو القوة الموجودة بين سطحين والتي تعاكس بدأ الحركة، و 2- احتكاك انزلاقي (Sliding friction) وهو القوة بين سطحين في حالة حركة نسبية.

ارتقاء (مطلع) عمودي RIGHT ASCENSION

لتخطيط المواقع على القبة السماوية لمصادر الإشعاع الكوني، يكون مطلوب نظام إحداثيات معين يحتوي على نقاط مرجعية. ولكي يستعمل هذا النظام بشكل حقيقي يجب ألا يعتمد على موقع المراقب على سطح الأرض. نظام الإحداثيات المستعمل له محاور تعرف بالارتقاء (المطلع) العمودي (Ra أو α) والانحدار (الميل) (Dec أو δ). يمكن مقارنة الارتقاء العمودي والانحراف بنظام إحداثيات خط الطول وخط العرض لتحديد موقع معين على سطح الأرض.



الشكل 15: أنظمة محاور الأرض (خط الطول والعرض) والمحاور القبة السماوية (ارتقاء عمودي و انحراف).

يصور الجزء المركزي من الشكل 15 الأرض والدوائر المرجعية لخط الاستواء ولخط طول غرينيتش. تم تحديد موقع نقطة ما على سطح الأرض بتقاطع خط الطول (λ غرب) وخط العرض (φ شمال). يبين الشكل أيضا إتباع نفس الطريقة لتحديد موقع نجم ما في القبة السماوية. مجمل

القول أن الارتفاع العمودي هو الإحصائي الذي يستخدم الميل الزاوي لتحديد مكان أي موضع ما في السماء.

أرسطو (ARISTOTLE (384-322B.C.

هو الفيلسوف والعالم اليونانى الذي ولد في ستاجيرا عام **383** قبل الميلاد. جمعت محاضرات أرسطو في **150** مجلد تتضمن الفيزياء، الميتافيزيقيا ومجال الفلك (على السماوات والأرض)، الذي فيه تعتقد النظرية المقبولة للكرة السماوية أن الأرض تكون كروية بشكل تام وأنها مركز الكرات الكونية التي تحمل الكواكب.



أرسطو (383-322 ق.م)

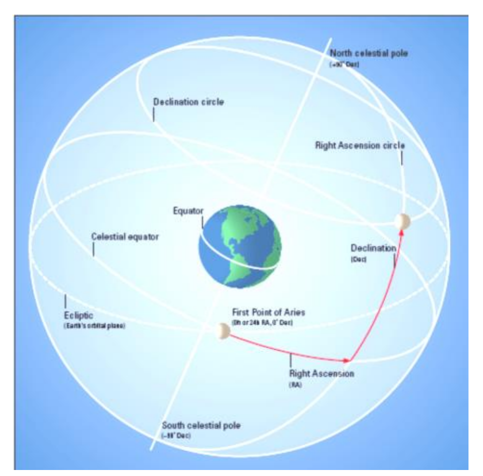
إعتقد أرسطو بأن الكون يتكون من أربعة عناصر: التربة (صلبة)، النار (طاقة)، الماء (سائل) والهواء (غاز)، وأن كل عنصر يمكن أن يكون حار، رطب، جاف أو بارد، فعلى سبيل المثال، الماء الذي نعرفه يحتوى على عناصر أخرى فبالإضافة إلى الرطوبة يمكن أن يكون حار.

ولوصف الأجرام السماوية وأضاف أرسطو عنصراً مقدس خامس يدعى الأثير. إعتقد أرسطو أن الأثير هو المكون الرئيسى للأجرام السماوية. كما إعتقد أن هذا العنصر المقدس غير متولد عن طريق التركيب وغير قابل للتعديل ولا هو بثقيل ولا هو بخفيف، و يمكن أن يوجد في شكله الصافي فقط في المناطق السماوية، لكن يصبح غير شفاف في المنطقة تحت القمر. إن وجهة نظر أرسطو في الكون كانت كهنوتية

انحدار DECLINATION

الانحدار (أو الانحراف الزاوي) هو المسافة الزاوية للجرم السماوي شمال أو جنوب الدائرة الاستوائية السماوية، أي أنه الزاوية بين الدائرة الاستوائية السماوية والنجم مقاسة في اتجاه عمودي على الدائرة الاستوائية السماوية. تتراوح قيم الانحدار بين الصفر و**90** درجة. تكون قيم الانحدار موجبة إذا كان الجسم يقع على شمال الدائرة الاستوائية السماوية، وسالبة إذا كان الجسم جنوب الدائرة الاستوائية السماوية. يرمز لهذ الانحراف في الغالب بالاختصار **Dec** وبالرمز δ.

يمكن التعبير عن مكان النجم عادة بدلالة الارتقاء (المطلع) العمودي والانحراف الزاوي والذين يعتبران بمثابة خطوط الطول والعرض على الأرض. يوضح الشكل **16** هذا المفهوم



الشكل **16**: مخطط يبين الإحداثيات الأساسية للسماء حول الأرض.

اختلاف النظر PARALLAX

اختلاف النظر هو الحركة الظاهرة لجسم سماوي قريب نسبيا مقارنة مع خلفية أكثر بعدا مع تغير موقع المراقب. ومن الناحية الفلكية، فإن اختلاف النظر هو نصف الزاوية التي معها يتحرك النجم عندما تنتقل الأرض من أحد جوانب الشمس إلى الجانب الآخر.

إخماد EXTINCTION

في مجال الضـوء إخماد (أو وهن) الشـعاع هو عبارة عن التخفيض في شـدة إضـاءة حزمة متوازية من الضـوء عند مرورها خلال وسـط معين وذلك نتيجة الامتصـاص والتبعثر الحادث بواسـطة هذا الوسط. يحدث نفس المفهوم عند انتشار الموجات الكهرومغناطيسية في وسط ممتص.

أداء PERFORMANCE

مصـطلح الأداء هو صـفة لجودة تشـغيل الدوائر أو الآلات، فعلى سـبيل المثال، نجد أن أداء الدوائر المتكاملة أفضــل من أداء الـدوائر المنفردة، وذلك بســبب انخفاض مســتوى التأثيرات الجانبية (التطفلية) للتوصـيلات الداخلية المتشـابكة وكذلك بسـبب التوافق بين العناصـر المكونة للدائرة المتكاملة سواء كانت دائرة نشطة أو سلبية.

إدارة الطاقة ENERGY MANAGEMENT

في مجال الصــواريخ والفضــاء فإن إدارة الطاقة تعنى مراقبة إنفاق الوقود للســيطرة على الطيران والملاحة.

أدنى مواصفات MINIMUM SPECIFICATIONS

في مجال الأجهزة الإلكترونية فإن أدنى المواصــفات تكون هي أقل حدود للموصــفات الفنية للجهاز ويتم ذكرها في صحيفة بيانات.

إدوين هابل (1953-1889) HUBBLE, EDWIN

إدوين هـابل هو الفلكي الأمريكي الذي أثبتت ملاحظاته بأن المجرات داخل مجرتنا الخاصــة تكون عبارة عن "جزر كونية " وليس سدم. يصف اكتشافه العظيم المسمى بقانون هابل العلاقة الخطية بين مسافة المجرة والسرعة الذي تتحرك بها. تم إطلاق أسمة على تلسكوب هابل الفضائي تخليداً لذكراه.



العالم إدوين هابل (1889-1953)

ارتباط أويلر EULERIAN CORRELATION

هو الارتباط اتجاهي فراغي يبين خصائص التدفق عند النقاط المختلفة في الفضاء في لحظة ما من الوقت. يسـمى هذا النوع من الارتباط أحيانا بالارتباط الإجمالي أو المناخي. يسـمى أحياناً بالارتباط الإجمالي.

ارج ERG

الأرج هو وحدة قياس الطاقة في النظام سم جم ث وتساوى الشغل المبذول بواسطة قوة مقدارها 1 داين تؤثر لمسافة مقدارها 1 سم. تقدر الطاقة أيضاً بوحدات السعر حيث، 4.2×10^{10} erg $= 1$ calorie.

ارج/ثانية ERG/SEC

هو وحدة قياس القدرة في النظام المتري، حيث 1 erg/sec $= 10^{10}$ k watt.

إرسال متشابك أو مضفر INTERLEAVING

الإرسال المتشابك هو نظام يتَم فيه إرسال إشارة اللون وإشارة نصوع الصورة معاً ضمن نطاق ترددي واحد.

أرشميدس ARCHIMEDES (287-212 B.C.)

أرشـميدس هو رياضـى، وفيزيائى، ومهندس يونانى وربما كان أعظم عالم في العصر القديم. لقد كان أرشـميدس أول من قام بحساب النسـبة بين محيط الدائرة و قطرها بدقّة وبين كيف يتم

حساب حجم ومساحة سطح الدوائر والأسطوانات وأشكال هندسية أخرى. لقد إشتهر بإكتشافه لطبيعة قوة الطفو.

كان أرشميدس مخترعا موهوباً. إن أحد إختراعاته التطبيقية والتى ماتزال تستخدم حتى الأن وهو حلزون أرشميدس و هو عبارة عن أنبوبة حلزونية، مائلة وتدور وتستخدم أصلا لرفع الماء من مخازن السفن (مثل الشادوف الذي أستخدمه الفلاح المصرى القديم). إخترع أيضا أنظمة البكرات و الروافع التي تستخدم في رفع الأحمال. لقد تم إستخدام مثل هذه الإختراعات بنجاح للدفاع عن مدينته ومسقط رأسه سيراكوس أثناء حصار الرومان لها لمدة تناهز العام.



أرشميدس (287-212 ق.الميلاد).

أرضى GROUND

الأرضي هو مسار مقصود أو غير مقصود للتوصيل بين النظام الكهربي أو الدائرة الكهربية والأرض (أو بعض الأجسام المُوصلة التي تعمل بدلا من الأرض). في الدائرة يستخدم الأرضي، عادة، كنقطة توصيل مشتركة أو نقطة مرجعية للتوصيلات.

أرضى افتراضي VIRTUAL GROUND

الأرضي الافتراضي هو نقطة في الدائرة تكون دائما عند جهد الأرض تقريبا. عادة، يستخدم المصطلح مع الجهد وليس مع التيار.

أرضى عائم FLOATING GROUND

الأرضــي العائم هو خط توصــيل مشــترك في الدائرة يوفر مســار عودة للتيار ولا يكون هذا الخط متصلاً بالأرضي.

أرقام ثنائية مكافئة EQUIVALENT BINARY DIGITS

1- هي عدد الأماكن الثنائية المطلوبة لمعالجة أكبر كمية يمكن أن تعالج في ترقيم الآخر. على ســبيل المثال يلزم 3.323 رقم ثنائي لحمل المعلومات المكافئة لتلك المحمولة برقم عشري واحد.

2- عدد الأماكن اللازمة للتعبير عن كمية ما في النظام الثنائي على شكل ترقيم آخر.

إزاحة DISPLACEMENT

الإزاحة هي التغير في موضع الشيء وهي كمية متجهة.

إزاحة حمراء REDSHIFT

الإزاحة الحمراء هي تغيير ظاهري نحو الأطوال الموجية الأطول للخطوط الطيفية للإشــعاع المنبعث من جسم نتيجة حركة الجسم المشع بعيداً عن المراقب. شاهد أيضا تأثير دوبلر.

في مجال الفلك أكتشــف العالم إدوين هابل عام 1929 أن الإزاحة الحمراء للمجرات تميل إلى أن تزداد مع المسـافة. طبقاً لظاهرة إزاحة دوبلر فإن الطول الموجي للضـوء المنبعث من مصـدر متحرك تزداد طبقاً للعلاقة $\lambda' = \lambda(1+V/c)$. تم تعديل هذه العلاقة للســرعات النســبية. تســمى الكمية $z = \Delta\lambda/\lambda$ بالإزاحة الحمراء. كانت العلاقة المكتشــفة بواســطة العالم هابل هي $z = \Delta\lambda/\lambda \propto L$. بدون شـك أكدت القياسـات التي تمت على يده وبواسـطة أخرون أن قانون السـرعة-المسـافة يكون على الصـورة $V \sim H \times L$. عادة يسـمى قانون هابل بتناسـب المسـافة-الإزاحة الحمراء. وبشــكل عام، ويمكن القول أن الإزاحة الكونية الحمراء هي تأثير يظهر الضــوء المنبعث من مصدر يتحرك مبتعداً مزاحاً في اتجاه اللون الأحمر بسبب تمدد الزمكان نفسه

إزاحة دوبلر DOPPLER SHIFT

إزاحة دوبلر هي التغير في الطول الموجي نتيجة الحركة النسبية للمصدر والكاشف.

إزاحة زرقاء BLUESHIFT

الإزاحة الزرقاء هي عبارة عن إزاحة ظاهرية للخطوط الطيفية نحو الأطوال الموجية الأقصــر في الإشـعاع المنبعث من جسـم متسـببة بواسـطة الحركة بين الجسـم والمشـاهد والتي تقلل المسـافة بينهما. قارن من الإزاحة الحمراء وأيضا تأثير دوبلر.

ازدواج (اقتران) COUPLING

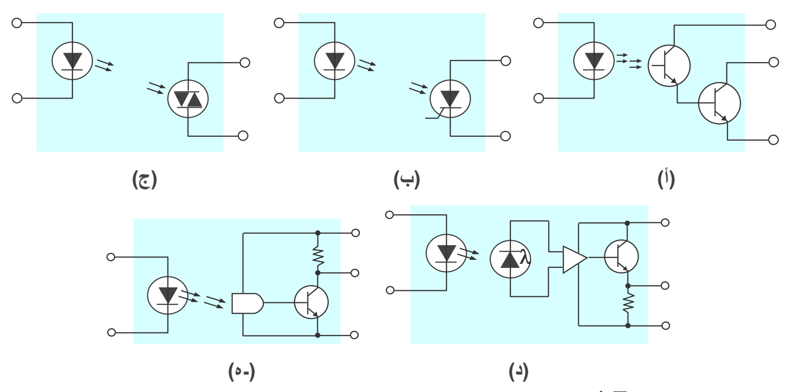
في مجال الإلكترونيات، الازدواج هو عملية اقتران تســتخدم لتوصــيل دائرتين أو أكثر حتى تمر الإشارة الكهربية من دائرة إلى الأخرى.

ازدواج سمعي ACOUSTIC COUPLING

الازدواج الســمعي هو عملية نقل المعلومات عبر رابط ســمعي تكون عادة بين جهاز هاتف وجهاز التقاط وتوليد في الأجهزة المكملة لنظام كومبيوتر يعمل عن بعد.

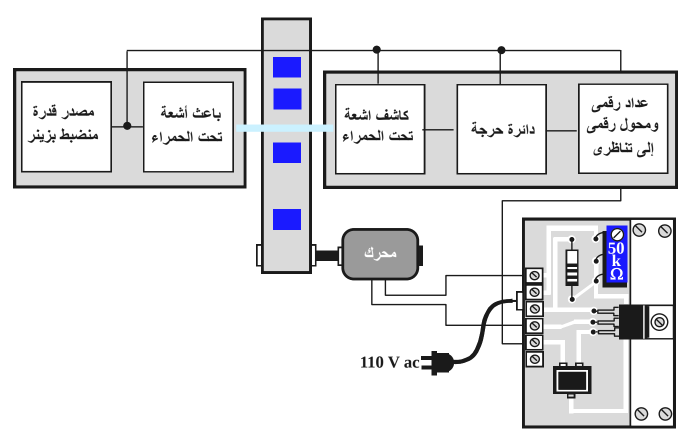
إزدواجات ضوئية OPTICAL COUPLERS

الازدواجات الضوئية هي دوائر تتضمن أجهزة الكترونية فوتونية. تعمل الازدواجات الضوئية كحلقة وصــل بين دائرتَينِ ذات مســتويات جهود مختلفة أو بين نقط أرضــية مختلفة وغيرها. تقدم هذه الدوائر العزل الكهربي بين مســتوى إشــارات منطقية وأخرى كهربية، لذلك تســمى أحيانا بالعوازل الضوئية.



الشكل 17: أمثلة مختلفة من ازدواجا الترانزستورات الضوئية.

تصنع هذه الازدواجات من مصادر وكواشف ضوئية مرتبطة معا بحيث يسقط الضوء من المصدر (دايود باعث للضوء) على الكاشف (دايود فوتوني). عند قطع المسار (بين المصدر والكاشف) بمرور جسم ما ينقطع الضوء عن الكاشف وتتغير حالته ويرسل إشارة بذلك لقدح دائرة العد أو التحكم. يبين الشكل 17 نماذج لبعض أنواع هذه الازدواجات، كما يبين الشكل 18 تطبيق عملي لدائرة عداد لأشياء تتحرك على سير ناقل حيث يتّم عد الأشياء بشكل آلي.



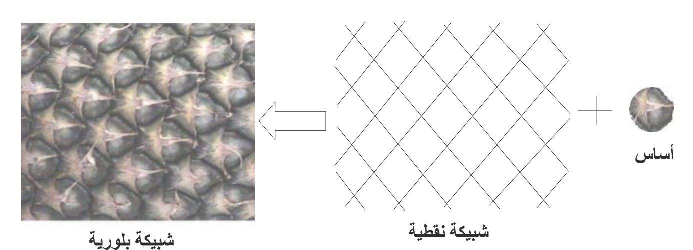
الشكل 18: نظام عداد آلي يستخدم ازدواجا ضوئية.

ازدواج متردد AC COUPLING

الازدواج المتردد هو الدائرة التي تسمح بمرور الإشارة المترددة وحجب الجهد المستمر.

أساس BASIS

هو مجموعة الاتجاهات التي يمكنها بشكل موحد أن تستعمل لتحديد مكان جسم في فضاء بعدي، مثل المحاور التي تصف الطول والعرض والارتفاع. لعمل ذلك توجد متجهات الأساس والتي تكون عبارة عن متجهات في اتجاه المحاور وطول كل منها يساوى الوحدة. يستخدم مصطلح الأساس أيضا للتعبير عن الذرة أو مجموعة الذرات التي توجد عند نقطة الشبيكة البلورية والتي يتعين بها التركيب البلوري للمادة حيث توجد قاعدة تنص على " أساس + شبيكة نقطية = شبيكة بلورية". يبين الشكل 17 مثالاً لذلك.



الشكل 17 مفهوم العلاقة بين الشبيكة النقطية والأساس والتركيب البلوري.

إستاتيكا ESTATICS

الإستاتيكا هو فرع علم الديناميكا الذي يهتم باتزان الأجسام التي تكون في حالة توازن أو عندما عدة قوى تعادل بعضها أو تؤدى حركة الجسم ككل.

استجابة بترورث BUTTERWORTH RESPONSE

استجابة بترورث هي نوع من أنواع استجابة المرشح النشط والتي تتميز بشريط سماح مستوى ولها انحدار يساوى 20 dB/Decade لكل قطب، انظر الشكل 20.

استجابة بسيل BESSEL RESPONSE

استجابة بسيل هي نوع من أنواع استجابة مرشح نشط لها مميزة طور خطية ولها انحدار أقل من 20 dB/Decade لكلّ قطب. انظر الشكل 20.

المجمع بشــكل تصــاعدي وارتفاع درجة حرارته بشــكل تصــاعدي أيضــا الأمر الذي يؤدى إلى تلف الترانزستور. يمكن منع هذه العملية بواسطة أسلوب التغذية المرتدة من المجمع إلى القاعدة.

تيار النزف BLEEDING CURRENT

تيار النزف هو التيار المسحوب بصـفة مسـتمرة من المنبع. يسـتخدم تيار النزف لتثبيت وتنظيم جهد خرج المنبع.

تيار انحياز الدخل INPUT BIAS CURRENT

يعرف تيار انحياز القاعدة بأنه تيار الدخل المسـتمر اللازم لكي يعمل مكبر المرحلة الأولى بصـورة صحيحة. ومن التعريف فأن تيار انحياز الدخل هو المتوسط الحسابي لتياري الدخل.

تيار تسرب المجمع COLLECTOR LEAKAGE CURRENT

تيار تسـرب المجمع هو تيار صـغير يمر في المجمع والذي ينتج عن حاملات الشحنة المتولدة حرارياً. يمكن إهمال قيمة هذا التيار في تحليل الدائرة.

تيار عكسي ساكن STATIC REVERSE CURRENT

هو التيار العكسي الذي يمر خلال دايود زينر عندما يكون جهد الانحياز العكسي المطبق على الدايود أقل من جهد زينر للدايود.

تيار قدح البوابة GATE TRIGGER CURRENT

تيار قدح البوابة هو قيمة تيار البوابة اللازم لتحول الــ SCR من مدى الإغلاق الأمامي إلى مدى التوصيل الأمامي عند ظروف محددة.

تيار متردد ALTERNATING CURRENT

هو تيار كهربي يزداد إلى قيمة عظمى في اتجاه معين، ثم يهبط إلى قيمة الصـــفر، ثم يزداد إلى قيمة عظمى في الاتجاه المضاد ويكرر هذه الدورة. يسمى هذا التيار بالتيار المتردد أو المتناوب

تيار كهربي ELECTRIC CURRENT

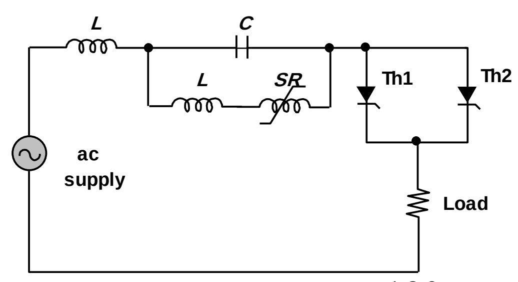
التيار الكهربي هو تدفق أو انسياب الشحنات الكهربية بين نقطتين داخل الموصل ويمكن التعبير عنه بشدة التيار. تعرف شدة التيار الكهربي بأنها معدل سريان الشحنات الموجبة خلال أي مقطع من الموصل في الثانية ويقاس بوحدة الأمبير (كولوم/ثانية).

تيارات دوامية EDDY CURRENTS

هي التيارات التي تنشأ في قلب الموصل نتيجة تغير المجال المغناطيسي. تولد التيارات الدوامية حرارة وبالتالي فقد في القدرة وتؤدى إلى خفض كفاءة الموصل.

تيارات متزايدة مترددة ALTERNATING OVERCURRENTS

التيارات المترددة المتزايدة هي التيارات التي تفوق القيمة المحددة في الدائرة وتنتج بسبب عطل أو تلف أحد مُكونَّات الدائرة أو بسبب الأعطال العرضية. في الدوائر التي تتضمن ثايروستورات يمكن الحماية من مثل هذه التيارات بواسطة دائرة رنانة تحد من تيار الحمل عندما يزيد عن القيمة المعتادة. يتم ذلك، على سبيل المثال، بواسطة عناصر LC لتعطى المسار (مع معاوقة عالية جداً) لهذه التيارات، كما هو مبين الشكل 130.

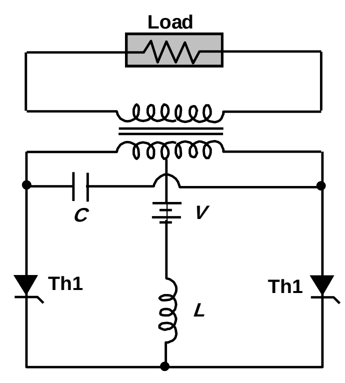


الشكل 130: دائرة حماية من التيار المتردد المتزايد.

تيارات متزايدة مستمرة DIRECT OVERCURRENTS

التيارات المستمرة المتزايدة هي تلك التيارات التي تفوق القيمة المحددة وتحدث في الدوائر التي تحتوي على ثايروستورات وذلك نتيجة: الإهمال، أو وجود فشل في مُكونَّات الحمل، أو الفشل نتيجة عدم عزل الثايروستورات (عن طريق الإطفاء). ويمكن الحماية من مثل هذه التيارات بطرق عدة منها، على سبيل المثال، توصيل مكثف على التوازي مع الملف الثانوي بحيث يقوم بتحويل

التيار المســتَمَّر إلى متردد خلال الحمل وذلك بالتحوُّل المتبادل بين الثايروســتورات، كما هو مبين بالشكل 131.



الشكل 131: دائرة تحتوي على حماية من التيار المستَمَّر المتزايد.

ثابت الجاذبية العام UNIVERSAL CONSTANT OF GRAVITATION; G

هو ثابت التناســب في قانون نيوتن للجاذبية العامة والذي يلعب دور مماثل في نســبية آينشــتاين العامّة. ثابت الجاذبية العام يساوي $6.664\times10^{-11}\,\mathrm{m^3/Kg.sec^2}$.

ثابت الزمن TIME CONSTANT

هو مصطلح يستخدم في الدوائر الكهربية والإلكترونية وهو عبارة عن الزمن الذي يأخذه المكثف في دائرة RC لكي يتم شحنه إلى قيمة 63% من الجهد المتبقي عبر الدائرة. وهو، أيضــا، الزمن اللازم للتيار ليصل إلى 63 % من القيمة العظمى في دائرة RC. ثابت الزمن في دائرة RC يساوى حاصل ضرب قيمة المقاومة R و سعة المكثف C. ثابت الزمن في دائرة RL يساوى حاصل قسمة الحث الذاتي للملف L على المقاومة R.

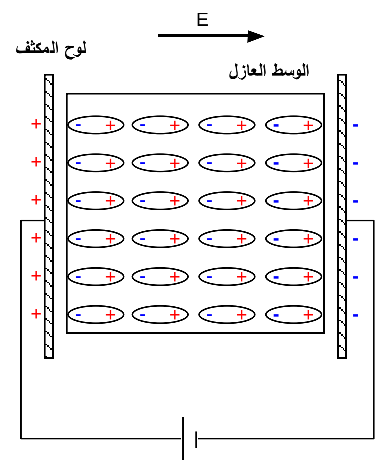
ثابت العزل DIELECTRIC CONSTANT

يعرف ثابت العزل بأنه خاصية المادة ذات العزل الكهربي التي تعين مقدار الطاقة الكهروستاتيكية التي يمكن تخزينها في وحدة الحجوم من المادة عند تطبيق وحدة الجهد.

يعتبر ثابت العزل من الخصــائص الكهربية والضــوئية المهمة للمواد العازلة، حيث يتضــمن ثابت العزل النسبي والذي يمكن بواسطته الحصول على معلومات عن الوسط العازل عند قياسه. و

نظرا لندرة الحاجة إلى استعمال ثابت العزل الفعلي، $\varepsilon = \varepsilon_{\circ}\varepsilon_{r}$ ، فمن الأن وصاعداً سوف نشير إلى ثابت العزل النسبي ε_{r} بثابت العزل.

يبين الشكل **132** طريقة بسيطة لقياس ثابت العزل الكهربي. يتم توصيل لوحي المكثف بمصدر جهد حيث يتم شحن لوحي المكثف. عندما لا يوجد عازل داخل المكثف فإن المجال الناشئ عن الشحنات يكون $E_{\circ}$ ويتم تعينه بقياس فرق الجهد عبر المكثف، $V_{\circ}$، باستخدام العلاقة، $E_{\circ} = V_{\circ}/L$, حيث L المسافة بين اللوحين.



الشكل 132: طريقة قياس ثابت العزل، لاحظ كيف أن جزيئات الصلب مستقطبة.

ثابت إستيفان-بولتزمان STEFAN-BOLTZMANN CONSTANT

هو ثابت التناسب الموجود في قانون إستيفان- بولتزمان، وهو يساوي 5.6697×10^{-8} watt/m^{2}.K^{4}.

ثابت بلانك PLANCK CONSTANT

هو الثابت الأساسي الذي يساوى النسبة بين طاقة كم من الطاقة (الفوتون) إلى تردده. قيمة ثابت بلانك هي 6.626196×10^{-34} J.s.

ثابت بولتزمان BOLTZMANN CONSTANT; K

هو ثابت يصف العلاقة بين درجة الحرارة وطاقة جزيئات الغاز المثال وسمى نسبة إلى العالم (L. Boltzmann). ثابت بولتزمان يساوى 1.380622×10^{-23} J/K.

ثابت كونى COSMOLOGICAL CONSTANT

يرمز له بالرمز λ ، وهو عبارة عن حد ثابت أضافه آينشتاين إلى نظريته العامة للنسبية في الاعتقاد المخطئ بأن الكون لا يتوسع ولا يتقلص. عندما أشارت الملاحظات إلى تمدد الكون وجد آينشتاين أن الثابت الكوني غير ضروري.

ثابت هابل HUBBLE CONSTANT; (E.P. HUBBLE; 1925)

هو الثابت الذي يعين العلاقة بين بعد (المسافة إلى) المجرة عنا وسرعة تراجعها بسبب توسع الكون. بالرغم من أنه لسنوات عديدة أعتقد أن هذا الثابت يقع بين **50** و **100** كيلومتر/ث /Mpc إلا أن فريق مشروع تليسكوب هابل الفضائي الرئيسي وجد أن قيمة هذا الثابت هي **70** كيلومتر/ث /Mpc ± **7** كيلومتر/ث /Mpc.

ثانية SECOND

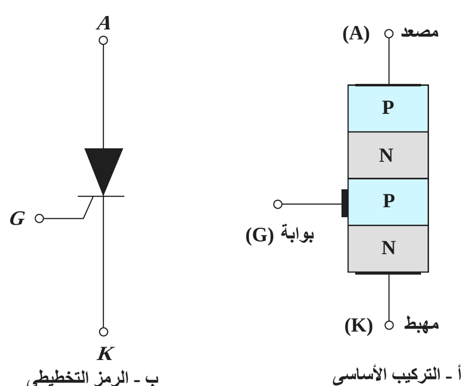
الثانية هي الوحدة الأساسية في النظام **SI** لقياس الزمن وتعرف الثانية بأنها الفترة الزمنية التي تساوى مرور 9,192,631,770 من دورات إشعاع تقابل انتقال بين مستويين طاقة شديدين الدقة في المنسوب الأرضي لذرة السيزيوم-**133**.

ثانية إفيميريس EPHEMERIS SECOND

كانتْ ثانية إفيميريس الوحدة الأساسيةَ للزمن في النظامِ الدوليِ للوحداتِ حتى عام **1960**. ثانية إفيميريس تساوى $1/31556925.9747$ مِن السنة الاستوائية المعرفة بالحركةِ المتوسطةِ للشمسِ في خطِ الطول في عامِ **1900** يومَ **0** يناير/كانون الثّاني، **12** ساعة.

ثايروستورات THYROSITORS

الثايروستورات هي عائلة من الأجهزة التي تتركب من أربع طبقات شبه موصلة على النحو (npnp)، كما يبين الشكل 133 على سبيل المثال. تتضمن الثايروستورات كل من دايود شوكلى، مقوم السليكون المنضبط (SCR)، المفتاح السليكوني المنضبط (SCS)، الدياك (Diac) والترياك (Triac). تشترك هذه الثايروستورات المتنوعة في خصائص معينة بالإضافة إلي إنَّها تتكون من أربع طبقات. تعمل هذه الثايروستورات كدائرة مفتوحة قادرة على الصمود أمّام جهد معين حتى يتَم قدحها. عندما تقدح تتيح هذه الثايروستورات مسارات ذات مقاومة منخفضة للتيار وتظل هكذا حتى بعد زوال القدح حتى ينخفض التيار إلى مستوى معين أو حتى تقدح عكسياً طبقاً لنوع الجهاز.



الشكل 133: تركيب والرمز التخطيطي لمقوم السليكون المنضبط.

ثقب أسود BLACK HOLE

هو منطقة في الفضاءِ تتركز فيها الكتلة بشكل عظيم، الأمر الذي معه تصبح له جاذبية متناهية الكبر بحيث لا يجد الجسم القريب مفر من الانجذاب إليه والفناء داخلة. كما لا يستطيع الضوء الهروب منه. يبين الشكل 135 صورة لأحد الثقوب السوداء.



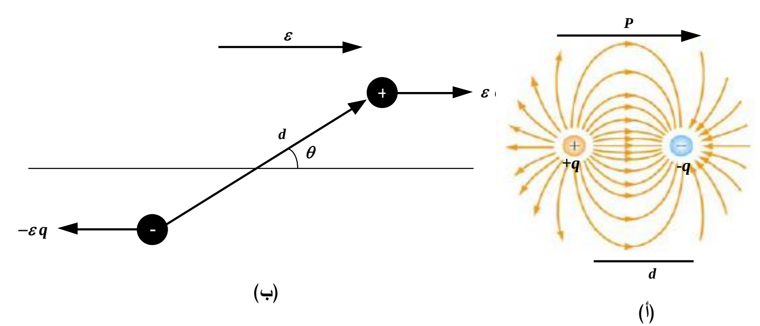
الشكل 135: صورة ثقب أسود.

ثقب سكواريزسكهيلد الأسود Schwarzschild black hole

هو حفرة مظلمة وصفت بحلول معادلات آينشتاين للنسبية العامة المحسوبة بواسطة العالم كارل سكواريزسكهيلد عام **1916**. تفترض هذه الحلول بأن هذه الحفرة المظلمة لا تدور، وأن حجم أفق الحدث له يتحدد فقط بواسطة كتلته.

ثنائي القطب الكهربي ELECTRIC DIPOLE

يتكون ثنائي القطب الكهربي من شحنتان متساويتان في المقدار ومختلفتان في الإشارة، q و $-q$ ، كما هو مبين في الشكل 135 (أ). يعرف عزم ثنائي القطب بالعلاقة، $\mathbf{P} = q\,\mathbf{d}$ ، حيث $\mathbf{d}$ هو متجه المسافة بين الشحنتين . يولد ثنائي القطب مجالاً كهربياً يعطى على الصورة، $\boldsymbol{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_\circ}\,\frac{3(\mathbf{p}.\mathbf{r})\,\mathbf{r} - r^2 p}{r^5}$ ، حيث $\mathbf{p}$ هو متجه العزم و $\mathbf{r}$ هو المتجه الذي يصل ثنائي القطب مع نقطة المجال عند افتراض أن نقطة المجال تكون بعيدة عن ثنائي القطب نفسه، $d << r$ ، الشكل 135(ب). في الذرات والجزيئات تتحقق هذه الحالة بشكل جيد حيث تكون d صغيرة جداً وفي حدود نصف القطر الذرى.



الشكل 135 (أ) ثنائي قطب كهربي و (ب) الازدواج الناتج عن المجال الكهربي.

في الكهرومغناطيسية يتم استخدام تعبير ثنائي القطب لوصف الشحنتين المتذبذبتين المتضادتين والمتساويتان والموجودتان على مسافة متناهية الصغر؛ بهذا المعنى، وهذا التعبير يرادف في المعنى عنصر تيار-كهربائي.

ثنائي القطبية BIPOLAR

ثنائي القطبية هو صفة للجهاز شبه الموصل عندما يتميز بوجود نوعين من حاملات الشحنة بمعنى يحتوي على حاملات تيار تتكون من كلا الإلكترونات والفجوات الحرة ومن أمثلة هذه الأجهزة ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية (BJT). توجد أجهزة شبه موصلة آحادي القطبية مثل ترانزستور تأثير المجال (FET).

جاذبية GRAVITY

الجاذبية هي عبارة عن قوة فيزيائية متبادلة بين جسمين. من أشهر أنواع الجاذبية المعروفة توجد الجاذبية الأرضية وجاذبية الأجسام السماوية بعضها لبعض وتكوين مجموعات (وكان لجاليليو ثم نيوتن الفضل الكبير في ترسيخ مفاهيمها)، الجاذبية المغناطيسية والجاذبية الكهربية بين الشحنات.

جاليلي جاليليو (1564 - 1642) GALILEI, GALILEO

هو العالم الإيطالي جاليليو. عاش جاليليو في الفترة من **1564** إلى **1642**. في عهده كان جاليليو مشهوراً بمساهماته في علوم الفيزياء والفلك ومجال الفلسفة العلمية ويعتبر المؤسس الرئيسي

للعلم الحديث. طور جاليليو المنظار الذي استطاع بواسطته رؤية الحفر على سطح القمر، كما اكتشف أكبر أقمار المشترى. لقد أدانت الكنيسة الكاثوليكية جاليليو لاعتقاده بأن الكون يستند على نظرية كوبرنيكس (الفلكي البولندي) والتي تعتقد بأن الأرض والكواكب السيارة تدور حول الشمس.



العالم الإيطالي جاليليو (1564-1642).

جبر بولي BOOLEAN ALGEBRA

الجبر البوولي فرع من فروع علم الجبر، وسمى بهذا الاسم نسبة إلى العالم الإنجليزي بوول، الذي وضع أساسياته. يعتبر الجبر البوولي أداة أساسية في تصميم وتحليل الدوائر والمنظومات الإلكترونية الرقمية مثل دوائر الحاسوب والدوائر المنطقية الأخرى. أي أن الجبر البوولي هو نظام للرموز المنطقية التي تعبر عن العمليات الحسابية للمتغيرات x و y و z. تمثل العملية المنطقية AND بالضرب، والعملية المنطقية OR بالجمع، والعملية NOT بالإشارة السالبة أو خط أعلى رمز العنصر

جتا COSINE

هذا المصطلح دالة مثلثية تعنى جيب تمام الزاوية وهو يساوى النسبة بين طول الضلع المجاور للزاوية في المثلث القائم وطول الوتر.

جدول الصدق TRUTH TABLE

جدول الصــدق هو الجدول الذي يحتوي على الأرقام الثنائية (0 أو 1) التي تمثل دخل وخرج العمليات المنطقية للدالة.

الجدول 1: جدول الصدق لبعض العمليات الحسابية.

		AND	NOT	OR
x	y	xy	x	x + y
0	0	0	1	0
0	1	0	1	1
1	0	0	0	1
1	1	1	0	1

هذا الجدول من الأهمية التي معها يمكن بواســطته معرفة صــدق الدالة في تمثيل البيانات. . يبين الجدول 1 جدول الصدق والذي يختبر سياق بعض العمليات الحسابية.

جرافيتون GRAVITON

الجرافيتون هو الجسيم الذي يحمل قوة جاذبية. لم يشاهد هذا الجسيم حتى الأن.

جزء (فص) روش ROCHE LOBE

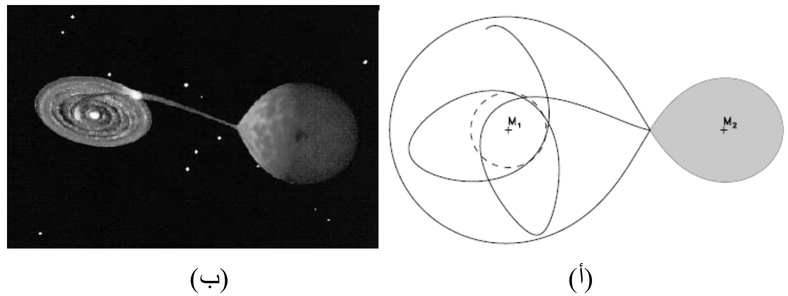
جزء (فص) روش هو الحجم الموجود حول النجم في النظام ثنائي الذي فيه إذا أطلقت جســيم فإنه يرتد راجعاً إلى سطح ذلك النجم. بشكل عام، سوف يحتل الجسيم المتحرر من جزء روش لأى من النجمين منطقة تحيط بكلا النجمين. تسمى النقطة التي عندها تتلامس أجزاء روش للجسمين لاجرانج الداخلي أو النقطة L1. تتوقع الحســابات النظرية بأنه إذا تتطور النجم القريب من نظام ثنائي إلى النقطة التي عندها يملئ جزء روش له فإن مادة هذا النجم ســوف تدفق إلى كل من النجمين المرافقين (عن طريق النقطة L1) وإلى البيئة المحيطة للنظام الثنائي. يوضح الشكل 136 مفهوم فص روش.

جسم متألق LUMINOUS OBJECT

هو الجسم الذي يبعث ضوء على عكس الجسم الذي يعكس الضوء.

جسم مضاء ILLUMINATED OBJECT

هو الجسم الذي يسقط عليه ضوء.



(ب) (أ)

الشكل 136: (أ) مخطط لنظام ثنائي يتكون من نجم رئيسي ذات كتلة منخفضة (نجم أحمر) وقزم أبيض. يحشو النجم الأحمر جزء روش الخاص به وينقل الكتلة إلى القزم الأبيض. بسبب الحركة المدارية للنجمين حول بعضهما البعض فإن تدفق النقل-الكتلي للغاز لا يتوجه مباشرة إلى القزم الأبيض. (ب) تصور فنى للعملية السابقة.

جسيم بيتا BETA PARTICLE

هو عبارة عن إلكترون ذات سرعة عالية ينبعث بواسطة نواة عنصر مشع أثناء عملية اضمحلال بيتا.

جسيم حراري THERMAL PARTICLE

هو الجسيم الذي يكون جزء من غاز حراري.

جسيم غير حراري NONTHERMAL PARTICLE

نقيض الجسيم الحراري.

جسيم ألفا ALPHA PARTICLE

جسـيم ألفا عبارة عن نواة ذرة الهيليوم وهو نتاج التفاعل النووي الذي يقل فيه العدد الذرى للنواة الأم بمقدار 2 ورقم الكتلة بمقدار 4.

جسيمات أولية FUNDAMENTAL PARTICLES

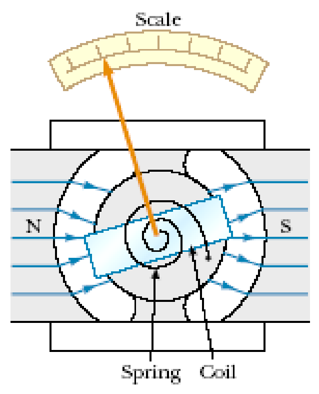
هي تلك الجسيمات (مثل الكواركات و الليبتونات) التي تتركب منها كلّ المواد.

جسيمات جاما GAMMA PARTICLE

هي عبارة عن أشـــعة جاما والتي تكون عبارة عن فوتونات ذات طاقة عالية تنبعث نت نواة المادة المشعة وتسمى جسيمات مجازاً.

جلفانومتر GALVANOMETER

هو الجزء الرئيســي في أجهزة قياس الجهد والتيار التناظرية. كما يمكن القول بأن الجلفانومتر هو جهاز يســتخدم في قياس التيارات الصــغيرة جداً. يوضـح الشـكل 137 السـمات الأسـاســية للنوع الشائع والذي يسمى جلفانومتر أرسونال.



الشكل 137: تركيب الجلفانومتر.

يتكون هذا الجهاز من ملف سـلكي مثبت بحيث يكون حر الحركة حول محوره والموضـوع في مجال مغناطيسي متولد بواسطة مغناطيس دائم. عند مرور التيار في الملف يتولد مجال مغناطيسي يتنافر مع المجال الدائم ويؤدى ذلك إلى دوران الملف وبالتالي المؤشــر المثبت عليه. يتناســب الانحراف مع شدة التيار المار.

جهاز DEVICE

الجهاز هو كل عنصر أو جزء أو أداة يتم تجهيزها بواسطة الإنسان. في مجال الالكترونيات يمكن أن تكون الأجهزة أولية مثل الـدايود والترانزســتور وما شـــابـه ويمكن أن تكون معقـدة مثل الراديو والتليفزيون وأجهزة القياس وما شابه.

جهاز إلكتروني ELECTRONIC DEVICE

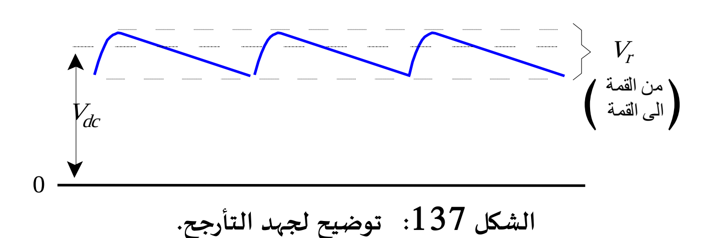
هو كل جهاز يتم توصيل الكهرباء فيه أساساً بواسطة الإلكترونات المتحركة خلال الفراغ، الغاز، أو شبه الموصل.

جهد الانهيار العلوي الأمامي FORWARD-BREAKOVER VOLTAGE

جهد الانهيار العلوي الأمامي هو قيمة الجهد الذي يدخل عنده المقوم **SCR** في مدى التوصيل الأمامي. تكون قيمة $V_{BR(F)}$ قيمة عظمي عندما يكون $I_G=0$ ويرمز له بالرمز $V_{BR(F0)}$.عندما يزداد تيار البوابة فإن الجهد $V_{BR(F)}$ يتناقص ويرمز له بالرمز $V_{BR(F1)}$ و $V_{BR(F2)}$ و.......وهكذا، عند زيادة تيار البوابة في خطوات (I_{G1} ، I_{G2}،.......وهكذا).

جهد التأرجح RIPPLE VOLTAGE

يحدث تغير في جهد الخرج نتيجة شحن وتفريغ المكثف في دائرة مرشح التقويم ويعرف هذا التغير بالتأرجح (أو التموج). يعرف جهد التأرجح بأنه التغير الطفيف في جهد الخرج المستمر للمقوم. يكون فعل عملية الترشيح أفضل كلما قل جهد الموج والعكس صحيح. يبين الشكل **137** هذا الفعل.

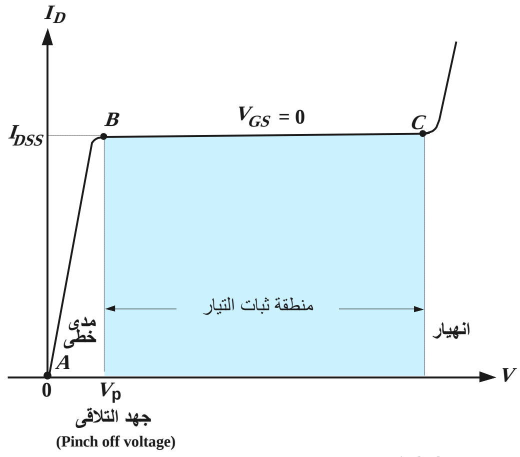


الشكل **137**: توضيح لجهد التأرجح.

جهد التلاقي PINCH-OFF VOLTAGE

جهد التلاقي هو متغير يتعلق بترانزستور تأثير المجال. تأتى هذه التسمية (جهد التلاقي) من شكل منطقة الاستنزاف عند هذه المرحلة حيث تتسع وتتلاقى أو تتلامس داخل القناة أما التسمية V_p فتأتى من المصطلح (انتهاء قبضة اليد، **Pinch-off**) حيث يتغير شكل منطقة الاستنزاف من شكل قبضة اليد إلى منطقة متصلة تعم معظم المساحة داخل القناة من البوابة إلى المصب. بالإضافة

إلى التسميات السابقة لهذا الجهد يُسمَّى هذا الجهد أحيانا بجهد الاحتقان. على كل حال، عندما يكون فرق الجهد بين المنبع والمصب أكبر من V_p فإن منطقة الاستنزاف تنتشر في القناة بين البوابة والمصب الأمر الذي معه تكون مقاومة القناة كبيرة جداً ولا تعتمد على قيمة الجهد بين المنبع والمصب وبسبب احتقان هذه المنطقة بالأيونات فإن التيار يكون ذا قيمة ثابتة، كما هو مبين بالشكل 138.



الشكل 138 المنحنى المميز للمصب يوضح جهد التلاقي.

أحيانا، يسمى جهد التلاقي بجهد التماس. يمكن تعريف جهد التلاقي بأنه قيمة الجهد من المصب إلى منبع ترانزستور تأثير المجال والذي عنده يصبح تيار المصب ثابتاً عندما يكون الجهد من البوابة إلى المنبع يساوى صفر.

جهد الحاجز POTENTIAL BARRIER

يعرف الجهد الحاجز بأنه الجهد الفعال عبر الوصلة np.

جهد الدائرة المفتوحة OPEN CIRCUIT VOLTAGE

جهد الدائرة المفتوحة هو فرق الجهد على طرفي خرج الدائرة المفتوحة أي بدون توصيل مقاومة حمل على الخرج.

جهد الركبة KNEE VOLTAGE

جهد الركبة هو قيمة الجهد التي عندها يصــل المنحنى بين جزأين مســتقيمين نســبيا من المنحنى المميز. في دايود الوصــلة np، فإن النقطة الموجودة على المنحنى المميز في التشــغيل الأمامي التي عندها يبدأ التوصيل في الزيادة المفاجأة تسمى بالرُكبة. في دايود زينر، عادة يستخدم هذا المصطلح للإشارة إلى جهد الانهيار.

جهد العزل ISOLATION VOLTAGE

يعرف جهد العزل للرابط الضوئي بأنه أقصى جهد يمكن أن يتواجد بين أطراف الدخل والخرج من دون حدوث انهيار للعزل الكهربي. تكون القيم العملية لجهد العزل عادة **7500 Vac**.

جهد القطع CUTOFF VOLTAGE

في دائرة ترانزستور تأثير المجال تُسمى قيمة الجهد V_{GS} التي تجعل تيار المصب I_D تقريباً يساوي الصــفر بجهد القطع ($V_{GS(cutoff)}$) بغض النظر عن قيمة V_{DS} ولذا يجب أن يعمل ترانزســتور JFET بين $V_{GS}=0V$ و $V_{GS(off)}$. خلال هذا المدى يتغير تيار المصب من قيمة عظمى (I_{DSS}) إلى قيمة صغرى وهي الصفر غالباً.

جهد تعادل الدخل INPUT OFFSET VOLTAGE

في غياب جهد الدخل التفاضلي على مكبر العمليات المثالي فإن جهد الخرج يكون صـفرا بينما في مكبر العمليات العملي فإنه يتولد جهد خرج مســتمر صــغير. الســبب المبدئي لذلك هو الفرق الصغير في الجهود من القاعدة إلى المجمع لمرحلة الدخل التفاضلي للمكبر العملي. مما سبق يمكن القول بان جهد تعادل الدخل V_{OS} هو فرق الجهد المستمر المطلوب وجوده بين الدخلين للحصول على خرج تفاضلي صفر فولت.

جهد كهربي ELECTRIC POTENTIAL

في مجال الكهربية الساكنة، هو الشـغل المبذول لتحريك وحدة الشـحنة الموجبة من ما لا نهاية إلى النقطة التي يوصف جهدها. يختصر هذا المصطلح أحياناً بكلمة الجهد.

جهد متردد AC VOLTAGE

هو الجهد التي تتناوب فيه القطبية، بمعنى يتكرر تبادل القطبية الموجبة والسالبة له.

جو الشمس/الكروموسفير CHROMOSPHERE

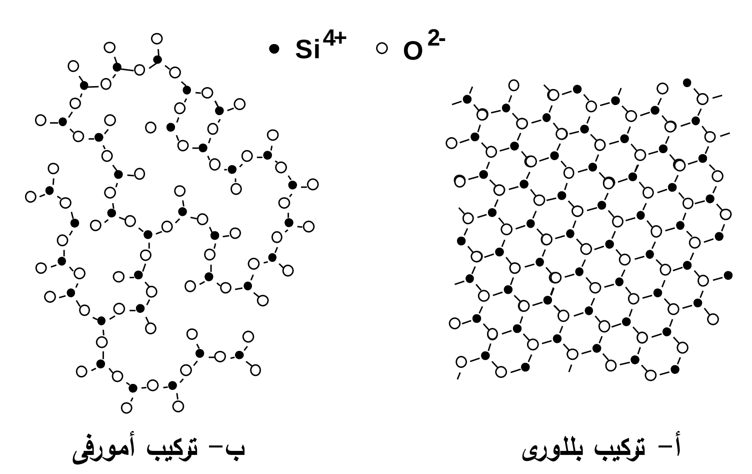
يشير هذا المصطلح إلى الطبقة القرمزية من الغاز التي تكتنف الشمس أو بالمثل تكتنف أي نجم أخر. إن طبقة الجو الشمسي تقع فوق طبقة الكرة الضوئية (**photosphere**) وتحت منطقة الانتقال والهالة. إن طبقة الجو الشمسي تكون أحر من طبقة الكرة الضوئية لكن أقل حرارة من منطقة الهالة.

جو آسى EXPONENTIAL ATMOSPHERE

إن هذا المصطلح يعنى جو أيزوسيرمالي. كما أنه يعرف أيضا بأنه الجو التي تعطى الكثافة فيه بالعلاقة $\rho = \rho_{\circ} e^{h/H}$ ، حيث ρ الكثافة و $\rho_{\circ}$ الكثافة عند المستوى المرجعي، h الارتفاع و H مقياس الارتفاع.

جامد أمورفي AMORPHOUS SOLID

هو المادة الصلبة التي يغيب عن تركيبها البنائي الترتيب (الانتظام) الطويل المدى (الممتد)، أي أن تركيبها غير بلوري. يبين الشكل **139** هذا المفهوم.



الشكل 139: التركيب البنائي (أ) للكوارتز وهو مادة متبلورة، و (ب)لزجاج السليكا وهو مادة أمورفية.

جودة النغمة TONE COLOR

يدل هذا المصطلح على نوعية أو جودة الصوت الموسيقية.

جول JOULE

الجول هو وحدة قياس الطاقة في النظام الدولي للوحدات (SI) وهو يساوى نيوتن.متر.

جول، جيمس بريسكوت JOULE, JAMES PRESCOTT (1818-1889)

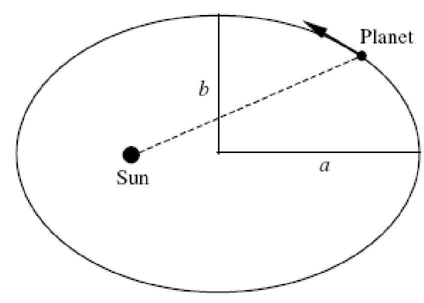
هو الفيزيائي الإنجليزي المشـهور. كان جول الوريث الثرى لمصـنع الخمور الأسـكتلندي والذي مول البحث العلمي الخاص به. تلقى جول تعليمه الرسـمي في الرياضـيات، الفلسـفة، والكيمياء ومول جزء كبير منه كان بشكل ذاتي. وكرجل صناعي كان لجول اهتمام عملي في استبدال الآلات البخارية بأخرى الكهربائية حيث أنها ستكون أكثر كفاءة واقل تكلفة للتشغيل. أدت أبحاثه إلى ترسيخ مبدأ حفظ الطاقة. توجت دراسـته للعلاقة الكمية بين التأثيرات الكهربية، الميكانيكية والكيميائية باكتشـافه عام **1843** لكمية الشـغل اللازمة لتوليد وحدة الطاقة، والتي سـميت المكافئ الميكانيكي للحرارة.



جيمس بريسكوت جول (1889-1818).

جوهانز كيبلر KEPLER, JOHANNES (1571 - 1630)

هو الفلكي الألماني وعالم الرياضـيات جوهانز كيبلر. يعتبر جوهانز كيبلر مؤسـس علم فلك الحديث، وهو الذي صاغ قوانين الحركة الكوكبية الثلاثة المشهورة. تشتمل هذه القوانين على صياغة كمية لنظرية كوبرنيكس التي تفترض أن الكواكب تدور حول الشمس في مدار بيضاوي، الشكل **140**.



الشكل 140: نظرية كوبرنيكس

جيب SiNE

هذا المصطلح دالة مثلثية تعنى جيب الزاوية وهو يساوى النسبة بين طول الضلع المقابل للزاوية في المثلث القائم وطول الوتر.

جيجابايت GEGA BAYET, GB

الجيجابايت هو وحدة لقياس السعة التخزينية لأقراص الحاسوب وهو مضاعف للوحدة بايت.

$$1\text{GB} = 1024\,\text{MB} = 1024 \times 1024\,\text{kB}$$
$$= 1024 \times 1024 \times 1024\,\text{bayt}$$

حافة الجسم السماوي LIMB

في علم الفلك، حافة الجسم السماوي هو مصطلح يشير إلى الحافة الخارجية للقرص الظاهر للجسم السماوي.

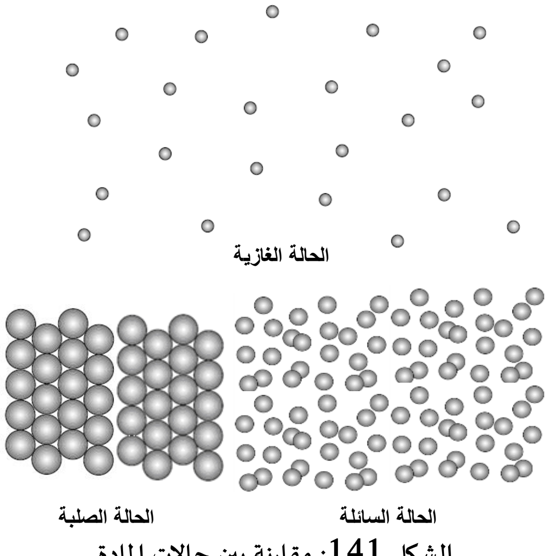
حافة الشمس SOLAR LIMB

في علم الفلك، يشير هذا المصطلح إلى الحافة الظاهرية للشمس كما ترى في السماء.

حالات المادة STATES OF MATTER

تكون جزيئات المادة في حالة حركة مستمرة وتعتمده هذه الحركة على درجة الحرارة. تزداد الحركة بارتفاع درجة الحرارة والعكس بالعكس. بالإضافة إلى الحركة توجد بين الجزيئات قوى ربط تؤدى إلى تماسك الجزيئات بعضها مع البعض. أدى اختلاف قوى الربط بين الجزيئات في المواد المختلفة إلى ظهور أربعة حالات للمادة وهي: الحالة الغازية تكون قوى الربط فيها ضعيفة جداً إن لم تكن

منعدمة، لذلك تكون الجزيئات متباعدة وحركتها كبيرة. في الحالة السـائلة تكون قوى الربط فيها كبيرة نسـبياً وتكون الجزيئات متقاربة وفي حالة تلامس. في الحالة الصـلبة تكون قوى الربط كبيرة جداً وتكون الجزيئات معبأة في الفراغ بشكل جيد ومكثف.



الشكل 141: مقارنة بين حالات المادة.

يبين الشـكل 141 هذه المفاهيم. الحالة الرابعة للمادة تسـمى البلازما وفيها بدلا من قوى الربط توجد قوى تنافر حيث أنها عبارة عن أيونات المواد (أجسـام مشـحونة) ولذلك تكون الطريقة الوحيدة لاحتواء هذه البلازما هي في المجالات الكهرومغناطيسية.

حالة أرضية GROUND STATE

الحالة الأرضية هو أدنى منسوب طاقة للإلكترون في الذرة.

حالة انتقالية للدائرة TRANSIENT STATE OF CIRCUIT

عندما تتحول دائرة كهربية من حالة إلى حالة أخرى بواسـطة تغير في الجهد المؤثر فإنه توجد فترة للتحول تتغير فيها قيم التيارات والجهود في الفروع المختلفة وبعد فترة التحول (الفترة الانتقالية) تصـبح الدائرة في الحالة المسـتقرة. عند دراسـة الحالة الانتقالية لدائرة ما (تحتوي على مكثفات وملفات حثيه بالإضـافة إلى المقاومات) يؤخذ الزمن كمتغير لإظهار تأثير الفترة الزمنية الصـغيرة التي تمر بها الدائرة. تسمى التيارات والجهود التي تنشأ خلال هذه الفترة بالتيارات والجهود الانتقالية.

حالة مستقرة (ثابتة) STEADY STATE

الحالة المستقرة هي الظروف التي لا يوجد فيها تراكم للكتلة أو الطاقة خلال حجم محكوم (معين) وتكون الخصائص عند أي نقطة خلال النظام لا تعتمد على الزمن.

في مجال الإلكترونيات يقال إن حالة الدائرة مستقرة عندما تعمل الدائرة بالشكل الطبيعي ولا تتغير خصائصها من وقت لأخر بدون تدخل خارجي.

حامل محرك ENGINE MOUNT

حامل المحرك هو التركيب المستخدم لتثبيت المحرك على أي عربة.

حاملات الأغلبية MAJORITY CARRIERS

حاملات الأغلبية هي حاملات التيار الأكثر غالبية في المادة شبه الموصلة مثل الإلكترونات الحرة في البلورة من النوع السالب أو الفجوات في البلورة من النوع الموجب.

حاملات الأقلية MINORITY CARRIERS

حاملات الأقلية هي حاملات التيار الأقل غالبية في المادة شبه الموصلة (مثل الإلكترونات الحرة في البلورة من النوع الموجب أو الفجوات في البلورة من النوع السالب).

حث-ذاتي SELF- INDUCTANCE

هو القوة الدافعة الكهربية المتولدة في ملف نتيجة تغير التيار المار في الملف. تكون هذه القوة تأثيرية عكسية تعمل على معادلة التغير الناتج في الدائرة عند أي وقت.

حث كهرومغناطيسي ELECTROMAGNETIC INDUCTION

هو الجهد الناتج في الملف نتيجة الحركة النسبية بين الملف وخطوط القوى المغناطيسية.

حث متبادل MUTUAL INDUCTANCE

الحث المتبادل هو فعل المجال المغناطيسي الناتج عن التيار المتردد في أحد الملفات في توليد فرق جهد على طرفي ملف أخر معزول. وبكلمات أخرى فإن الحث المتبادل هو مقدرة خطوط القوى لملف حثي على الارتباط بملف حثي أخر.

حجم السيطرة CONTROL VOLUME

في مجال الديناميكا الحرارية، يكون حجم السيطرة هو منطقة ثابتة مختارة في الفضاء لدراسة ديناميكية حرارية لاتزان كتلة وطاقة الأنظمة المتبعة. من الممكن أن تكون حدود حجم السيطرة حدود حقيقية ومن الممكن أن يكون غلاف افتراضي. يكون سطح السيطرة عبارة عن حدود حجم السيطرة.

حد إدينجتون EDDINGTON LIMIT

(نسبة إلى السير أ. إدينجتون.) هو عبارة عن الحد النظري الذي عنده سوف يزيد ضغط الفوتون عن التجاذب الجذبي للجسم الباعث للضوء. بمعنى أن الجسم الذي يبعث إشعاع أكبر من حد إدينجتون سوف يتحطم من ضغط فوتونه الخاص.

حد شاندراسيخار CHANDRASEKHAR LIMIT

هو الحد الذي يحدد أن كتلة النجم القزم الأبيض (النجم المتفسخ المنهار) لا يمكن أن تزيد عن **1.4** مرة قدر كتلة الشمس. أي أنه عندما تصبح كتلة الجسم المنهار أكبر من **4** مرة قدر كتلة الشمس فإنه يجب أن ينهار حتما إلى نجم نيوتروني.

حدود الثقب الأسود/أفق الحدث EVENT HORIZON

هي المسافة من الثقب الأسود والتي خلالها يمكن أي شيء أن يهرب. علاوة على ذلك، لا شيء يمكن أن يمنع جسيم من ضرب التفرد (**singularity**) في زمن قصير جدا من الوقت الصحيح بمجرد أن يدخل الأفق. بهذا المعنى، فإن أفق الحدث هو نقطة اللا عودة.

حدود روش ROCHE LIMIT

حد روش هو أقل بعد (مسافة) عن الكوكب أو أي جرم آخر والتي عندها يمكن أن تمسك قوى الجاذبية قمر صناعي أو جسم ثانوي له نفس متوسط الكثافة مثل الجسم الابتدائي. عند أقل من هذه المسافة (عند أقل من حدود روش) فإن قوى المد للجرم الأكبر سوف تحطم الجسم الأصغر.

حرارة HEAT

الحرارة كالشـغل، عبارة عن طاقة عند الانتقال. لكن، انتقال الطاقة كحرارة يحدث على المسـتوى الجزيئ كنتيجة لفرق في درجة الحرارة. يسـتخدم الرمز Q للتعبير عن كمية الحرارة. في التطبيقات الهندسـية، تكون وحدة القياس هي وحدة الحرارة البريطانية (Btu). على وجه الدقة تسـمى Btu السـتين درجة لأنها تقاس عند تغير من 59.5 إلى 60.5 درجة فهرنهيت. في النظم الفيزيائية تقاس كمية الحرارة بالسـعر والذي يعرف بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد جرام من الماء درجة واحدة مئوية من 14.5 إلى 15.5 درجة مئوية عند الضغط المعتاد.

كما في حالة الشـغل تعتمد كمية الحرارة المنتقلة على المسـار وليس ببسـاطة على الظروف ابتدائية والنهائية للنظام. يجب التمييز بين الحرارة المنقولة من النظام أو المنتقلة إليه، فعلى خلاف الشغل، تكون كمية الحرارة في الحالة الأولى موجبة الإشارة، بينما تكون سالبة في الحالة الثانية.

حرارة الانصهار HEAT OF FUSION

هي كمية الطاقة المطلوبة لتغيير وحدة الكتلة من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة عند درجة الانصـهار، وتسـمى هذه الطاقة بالطاقة الكامنة للانصـهار وتطلقها المادة عند التحول العكسي.

حرارة التبخر HEAT OF VAPORIZATION

هي كمية الطاقة المطلوبة لتغيير وحدة الكتلة من المادة من الحالة السـائلة إلى الحالة الغازية عند درجة التبخر، وتسمى هذه الطاقة بالطاقة الكامنة للتبخر.

حرارة نوعية SPECIFIC HEAT

هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتغيير درجة حرارة وحدة الكتل من المادة بمقدار كلفن واحدة.

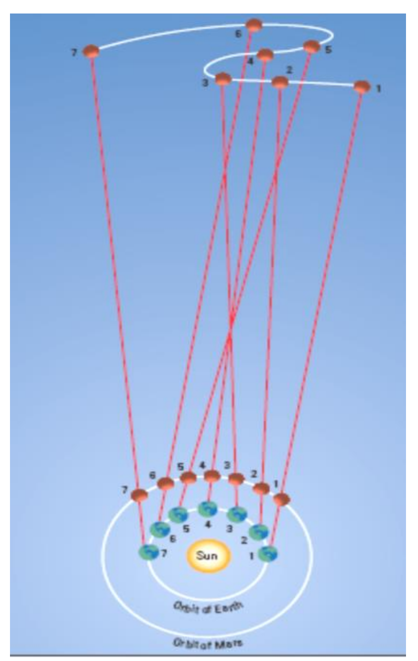
حركة براونية BROWNIAN MOTION

أكتشـف عالم النبات الإنجليزي براون في عام 1827، عندما كان يلاحظ بمجهر الجزيئات الدقيقة المعلقة في كتلة من الماء، اكتشف بأن الجزيئات تظل في حركة عشـوائية ثابتة وكلما كانت الجزيئات

أصــغر كلما كانت الحركة أكثر نشــاطاً. منذ ذلك التاريخ ومثل هذه الحركة تســمى حركة براونية، نســبة إلى هذا العالم. إن الحركة البراونية هي حركة تلقائية لا تتوقف أبداً ويعتقد أن ســببها هو الحركة المســتمرة لجزيئات الســائل والتي تعصــف بالجزيئات من جميع الجوانب فتســوقه إلى هنا وإلى هناك.

حركة تراجعية RETROGRADE MOTION

هي الحركة الظاهرية للأجرام الســماوية عند رصــدها من الأرض والتي تبدو وكأنها تتحرك من الغرب إلى الشــرق على عكس الاتجاه الطبيعي. تنشــأ هذه الظاهرة نتيجة دورات الأرض حول الشــمس بسرعة تختلف عن سرعة دوران الأجرام الأخرى.

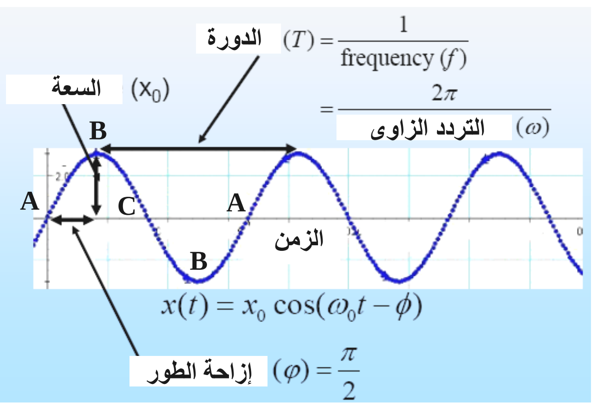


الشكل 142: ظاهرة الحركة التراجعية للمريخ عند رصده من على سطح الأرض.

يبين الشكل 142 هذه الظاهرة عند رصد المريخ من على سطح الأرض. نظراً لاختلاف سرعة دوران المريخ والأضر حول الشمس فإن حركة المريخ تبدو تراجعية في وقت ما (النقاط 3، 4، 5 في الشكل) ثم تعود إلى طبيعتها ثانية.

حركة توافقية بسيطة SIMPLE HARMONIC MOTION

يمكن تعريف الحركة التوافقية البسيطة بانها الحركة المتكررة للجسم حول موضع الاتزان نتيجة طاقة الإرجاع الخطية والتي لا يعتمد زمنها الدوري على سـعـة الحركة، مثل ما يحدث في حركة البندول البسيط. يبين الشكل **143** هذا المفهوم. أنظر البندول البسيط.



الشكل 143: خصائص الحركة التوافقية البسيطة.

حركة دائرية CIRCULAR MOTION

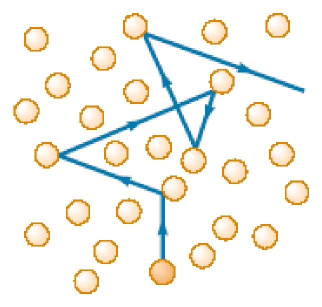
هي حركة في مســار دائري ذات نصــف قطر ثابت وتنتج هذه الحركة من العجلة تؤثر على الجســم المتحرك وتكون عمودية على سرعة الجسم (أي إلى خارج الدائرة مسببة قوة طرد مركزي).

حركة دائرية منتظمة UNIFORM CIRCULAR MOTION

يقال للحركة الدائرية بأنها منتظمة عندما يكون نصــف قطر المســار ثابتاً وسـرعة الجسـم المتحرك ثابتة.

حركة عشوائية RONDOM MOTION

يســتخدم هذا المصــطلح لوصــف حركة جزيئات الغاز والتي تحدث بشــكل عشــوائي في جميع الاتجاهات نتيجة التصادمات مع بعضها البعض أو مع جدار الإناء. أيضاً، تكون حركة الإلكترونات الحرة داخل المادة حركة عشوائية بسبب التصادمات مع جزيئات المادة. تعرف المسافة بين تصادم وأخر بالمســار الحر. يزداد متوســط المســار الحر مع تناقص عدد الجزيئات في وحدة الحجوم. يبين الشكل **144** هذا المفهوم.



الشكل 144: مفهوم الحركة العشوائية.

حركي KINETIC

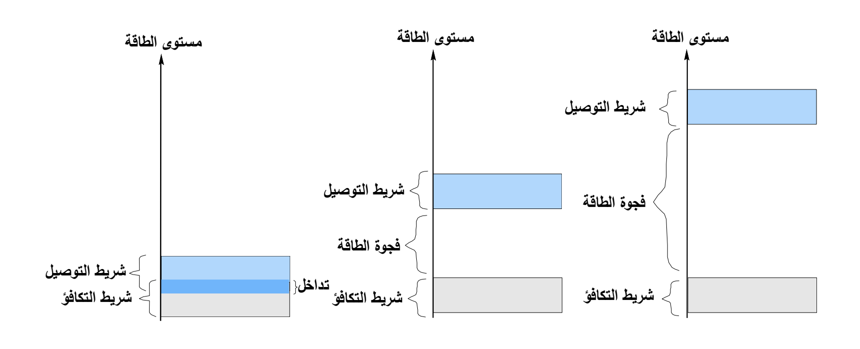
صفة للجسم تشير إلى مقدرته على بذل شغل بسبب تحركه.

حزام إشعاع RADIATION BELT

هو منطقة على هيئة حلقة توجد حول الكوكب يتم فيها اصطياد الجزيئات المشحونة كهربيا (والتي تكون عادة إلكترونات وبروتونات). تتبع الجزيئات مســارات حلزونية (أحزمة) حول اتجاه المجال المغناطيســي للكوكب. تعرف أحزمة الإشــعاع المحيطة بالأرض بأحزمة فان ألين (**Van Allen**). تعرف أحزمة الإشعاع أيضاً بأنها مناطق الجزيئات المشحونة في غلاف المغناطيسي (المغنيطوسفير).

حزمة (نطاق) التوصيل CONDUCTION BAND

حزمة التوصــيل عبارة عن مدى الطاقة لحاملات الشـحنة في المادة الصــلبة والذي فيه تتحرك الحاملات بحرية. ينفصل نطاق التوصيل عن نطاق التكافؤ بمدى من الطاقة يسمى فجوة الطاقة. تكون فجوة الطاقة في المواد العازلة كبيرة جداً الأمر الذي يتعذر معه انتقال الإلكترونات من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل، بينما تكون في أشباه الموصلات صغيرة نسبياً وتنعدم فجوة الطاقة في المواد الجيدة التوصــيل أو ربما يكون نطاق الطاقة متداخلاً مع نطاق التكافؤ، كما يبين الشــكل **145**.



الشكل 145: مخطط الطاقة في الانواع المختلفة للمادة .

حساسية التليسكوب TELESCOPE SENSITIVITY

هو مقياس لمدى الإضاءة التي تحتاجه الأجسام السماوية لكي يمكن رصدها بواسطة التليسكوب. بالتالي فإن التليسكوب الأعلى حساسية يستطيع رصد الأجسام المعتمة (الخافتة)، بينما يستطيع التليسكوب الأقل حساسية رصد الأجسام البراقة (اللامعة) فقط.

حساسية الوسيلة (الآلة) INSTRUMENT SENSITIVITY

الحساسية هي مقدرة الجهاز أو الوسيلة على إظهار الكميات الصغيرة جداً على تدريجه ويمكن تعريف الحساسية على أنها التغير الذي يطرأ على انحراف المؤشر نتيجة للتغير الذي يطرأ على الكمية المقاسة. كلما كانت هذه الكمية صغيرة كلما كانت حساسية الأداة أعلى.

حضيض شمسي PERIHELION

في علم الفلك يشير هذا المصطلح إلى النقطة التي يكون الكوكب السيار عندها أقرب ما يكون عن الشمس. ويشار إلى عكس ذلك بالأوج.

حضيض نجمي PERIASTRON

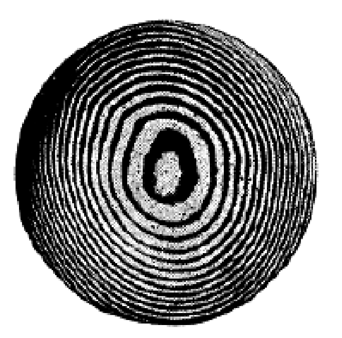
في علم الفلك يشير هذا المصطلح إلى النقطة التي تكون عندها المسافة الفاصلة بين النجمين الواقعين في مدار حول بعضهما البعض أقل ما يمكن.

حلزون إيكمان EKMAN SPIRAL

في علم الأرصــاد الجوية، فإن هذا المصــطلح هو وصــف رياضــي مثالي لتوزيع الريح في الطبقة التي تحيط بجو الكوكب، والتي خلالها يكون لســطح الأرض تأثير ملموس على حركة الهواء. تم تبســيط هذا النموذج بافتراض أنه ضــمن الطبقة تكون الزوجة الدوامية وكثافة هذه الطبقة ثابتة وأن حركة جزيئات الهواء تكون أفقية وثابتة، كما أن خطوط تســاوى الضــغط (الأيســوبارات) تكون خطوط مستقيمة ومتوازية، وأن الريح الأرضية (أي التي توجهها الأرض) يجب تكون ثابتة الارتفاع.

حلقات نيوتن NEWTON'S RINGS

عند الإضاءة بواسطة شعاع أحادي الطول الموجي، مثل ضوء الصوديوم، فإن كل سطح الغشاء يرى مغطى بحلقات مضــيئة ومظلمة بالتبادل، كما هو مبين بالشــكل 146. عند اســتخدام ضــوء أحمر فإن كل حلقة تكون أكبر منها عند استخدام الضوء الأزرق.



الشكل 146: حلقات نيوتن بواسطة ضوء الصوديوم.

تنتج الحلقات الملونة عند اســتخدام شــعاع أبيض من تراكب مجموعات الحلقات ذات الأحجام المختلفة الناتجة عن الأطوال الموجية المختلفة للضوء. تسمى هذه الشرائط بحلقات نيوتن ويمكن بواسطتها تعيين سمك الغشاء المقابل للون معين بطريقة عملية.

حلقة C "C RING"

انظر طرق توليف المغنيترون (الصمام المجوف ذو مجال مغناطيسي).

حلقة العادم الحارفة EXHAUST DEFLECTING RING

هي نوع من حلقات العادم النفاثة تتكون من حلقة مثبتة في نهاية خرطوم تسمح بدوران حلقة العادم نحو العادم المتدفق.

حمل LOAD

بكسر الحاء. يشير هذا المصطلح إلى عدة معاني هي: **1**-حمل على الخرج، بمعنى مقاومة متصلة على خرج الدائرة أو الجهاز **2**-إدخال المعطيات في موقع تخزين في الكومبيوتر، **3**-مقاومة بإمكانها أن تحل محل عنصر في دائرة أو **4**-ملئ التخزين الداخلي بمعلومات صادرة من تخزين خارجي.

حمل حثي INDUCTIVE LOAD

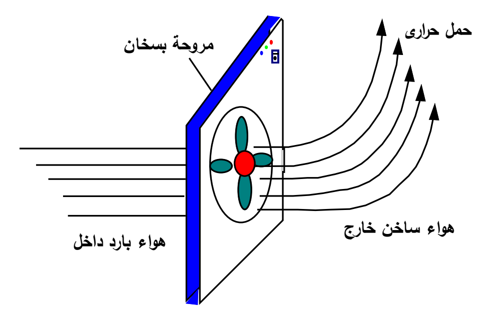
الحمل الحثي عبارة عن الحمل الذي يتضمن ملف حثي فقط أو ملف حثي متصل على التوالي مع حمل خطى (مقاومة) يتم توصيلة على خرج الدائرة الكهربية أو الجهاز.

حمل حراري CONVECTION

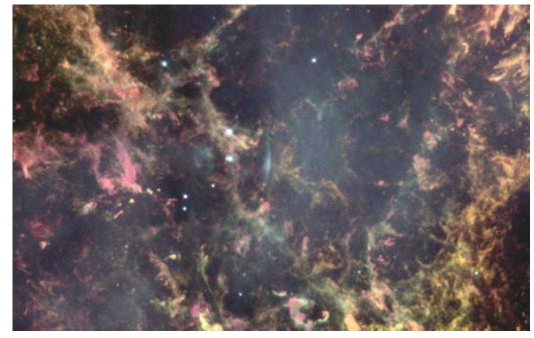
بفتح الحاء. الحمل الحراري هو الآلية التي تنتقل بها الحرارة خلال السوائل والغازات. في الحمل الحراري يتم انتقال الحرارة بواسطة حركة السائل. في هذه الحالة تتنقل جزيئات السائل الأعلى حرارة إلى أعلى وتحل محلها الجزيئات الأبرد وبالتالي تنتقل كمية الحرارة من أسفل السائل إلى المناطق الأعلى. كذلك في حالة الغاز، تتمدد جزيئات الغاز الأعلى حرارة عن الوسط المحيط وترتفع ويحل محلها جزيئات أبرد وهكذا. بشكل عام يمكن تعريف الحمل الحراري بانه حركة جزيئات السائل أو الغاز والتي تحمل معها كمية حرارة من المناطق الأقل درجة حرارة إلى تلك الأعلى درجة حرارة. يبين الشكل **147** هذا المفهوم.

حمم EJECTA

الحمم هي المواد المقذوفة من بركان أو ما شابه. يستخدم هذا المصطلح أيضا لوصف محتوى نجم هائل الذي يدفع إلى خارج النجم أثناء الانفجار الأعظم، الشكل **148**. كما يستعمل أيضا لوصف المادّة التي تنتفخ إلى الخارج بشكل شعاعي نتيجة تأثير نيزك على سطح كوكب أو قمر.



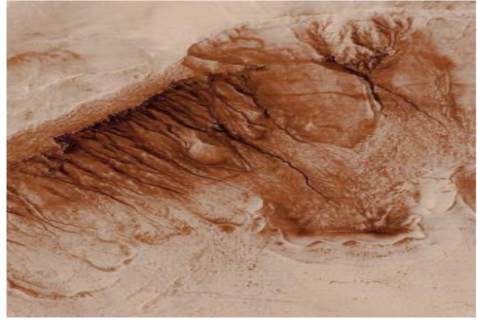
الشكل 147: انتقال الحرارة بواسطة الحمل.



الشكل 148.

حياة الفضاء الخارجي EXTRATERRESTRIAL LIFE

مصطلح يطلق على أشكال الحياة المتطورة والتي توجد خارج المحيط الحيوي الأرضي. جاء الاعتقاد بوجود حياة في الفضاء الخارجي بعد التقاط صور لكوكب المريخ عام 2000 تفيد وجود أثار للماء علية، كما يبين الشكل 149.



الشكل 149 صورة لكوكب المريخ عام 2000 تفيد وجود أثار للماء عليه.

حيود الضوء LIGHT DIFFRACTION

أنظر تشتت الضوء.

جاوس، كارل فريدريك (1777-1855) GAUSS, KARL FRIEDRICH

هو فيزيائي وفلكي ألماني قدم العديد من النظريات في مجال الفيزياء والفلك منها قانون جاوس للفيض الكهربي. أنظر قانون جاوس.



كارل فريدريك جاوس (1855-1777).

خاصية الجسيم-موجة WAVE-PARTICLE DUALITY

هي نظرية وضعها العالم دى برولى (De Broglie) عام **1923**. تفيد هذه بأن للمادة خاصية مزدوجة تجمع بين صفات الجسيم والموجة. يعطى الطول الموجي (λ) المصاحب للجسيم بالعلاقة $\lambda = \frac{h}{P}$ حيث P زخم الجسيم و h ثابت بلانك.



العالم لويس دى برولى.

خانة أدنى مغزى Least significant bit, LSB

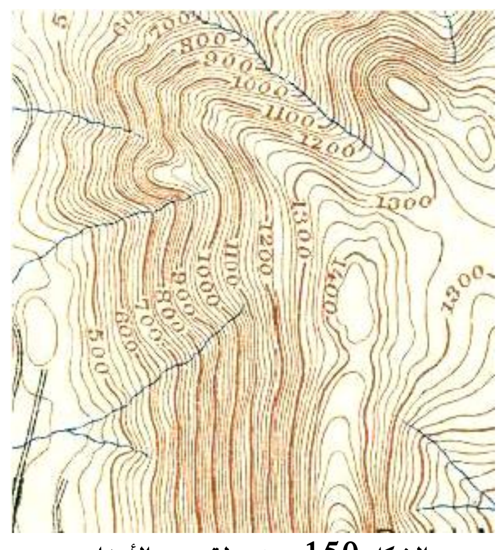
هي الخانة التي تحمل أقل قيمة لعدد ثنائي مثل الرقم **1** في العدد الثنائي **1101** والواقع على اليمين.

خانة أعلى مغزى Most significant bit, MSB

هي الخانة التي تحمل أعلى قيمة في عدد ثنائي.

خريطة خطوط المناسيب Contour Map

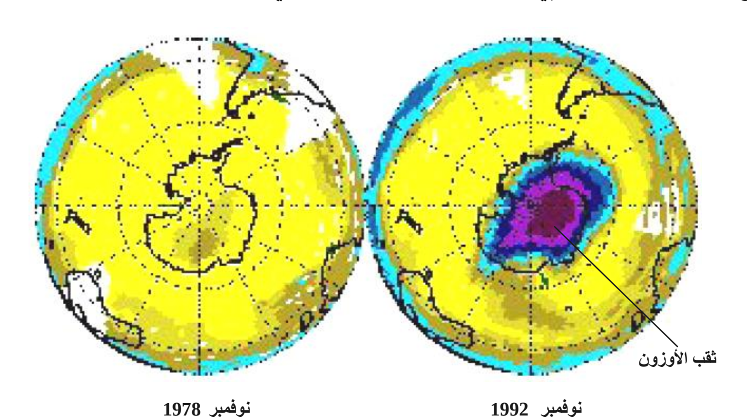
هي الخريطة التي تبين الكمية المقاسة على شكل خطوط مناسيب وتسمى بالكنتور. كل خط من خطوط المناسيب يقابل قيمة معينة مثل الجهد، شدة الإشعاع أو المجال المغناطيسي بحيث تكون المناسيب الداخلية أعلى قيمة. في حالة شدة الإشعاع، يدور المنسوب المغلق حول المنطقة التي يكون شدة الإشعاع فيها أعلى من أو يساوى شدة المنسوب. توضح المناسيب شكل المصدر المشع. وفي مجال الجغرافيا تكون الخرائط الطبوغرافية ذات المناسيب مفيدة في المناطق الشاسعة لما تحتويه من تفاصيل تضاريسية. يبين الشكل **150** نموذج لهذه الخرائط.



الشكل **150**: خريطة تبين الأرتفاع.

خريطة كثافة إشعاع INTENSITY MAP

هي نوع من الخرائط تكون مشفرة باللون لشدة الإشعاع كدالة في المكان. تمثل الألوان أو الظلال المختلفة في هذه الخريطة كثافات مختلفة للإشعاع الملاحظ. يبين الشكل **151** خريطة تصور الإشعاع فوق القطب الجنوبي وتظهر تكون ثقب الأوزون في الفترة بين **1978** و **1992**.



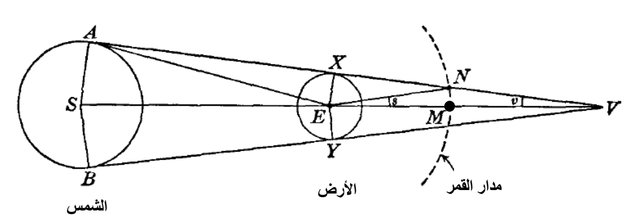
الشكل 151: خريطة للإشعاع فوق القطب النوبي.

خزانات خارجية EXTERNAL STORAGE

في مجال الحاسوب، يشير هذا المصطلح إلى وسائط تخزين للمعلومات تكون منفصلة عن الآلة ولكنها تكون قادرة على الاحتفاظ بالمعلومات واسترجاعها عند الحاجة. من أمثلة الخزانات الحديثة توجد الأقراص المرنة والأقراص الصلبة وكذلك الأقراص المدمجة.

خسوف ECLIPSE

يسمى أيضاً بالكسوف. الخسوف هو مرور جسم سماوي أمام جسم أخر قاطعا مسار الضوء الاتي من الجسم الأخر (مثل خسوف الشمس بواسطة القمر يمكن أن يكون الكسوف كلى (عند حجب كل الضوء) ويمكن أن يكون خسوف جزئي وذلك عند حجب جزء من الضوء.



الشكل 152 خسوف القمر بواسطة ظل الأرض.

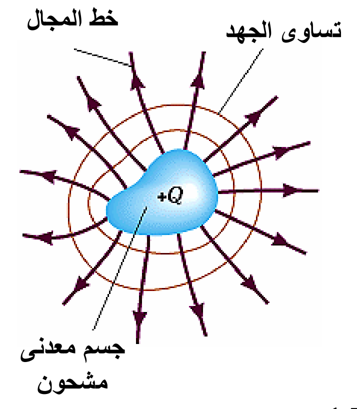
يمكن أن يحدث الخسوف أيضا عند مرور كل أو جزء من الجسم بظل الجسم الأخر (كما في حالة خسوف القمر عند مروره بظل أو جزء من ظل الأرض). يبين الشكل 152 مخطط الأشعة لخسوف القمر بواسطة الأرض.

خصائص محافظة CONSERVED PROPERTIES

يقال أن الكمية محافظة عندما تبقى الخاصية كما هي قبل وبعد التفاعل، أي لا تتغير بواسطة التفاعل.

خطوط تساوى الجهد EQUIPOTENTIAL LINES

هي خطوط القوى الكهربية للمجال التي يتساوى عندها قيمة الجهد الكهربي. يبين الشكل 153 هذا المفهوم.



الشكل 153: خطوط تساوى الجهد (الخطوط المغلقة).

خط الاستواء EQUATOR

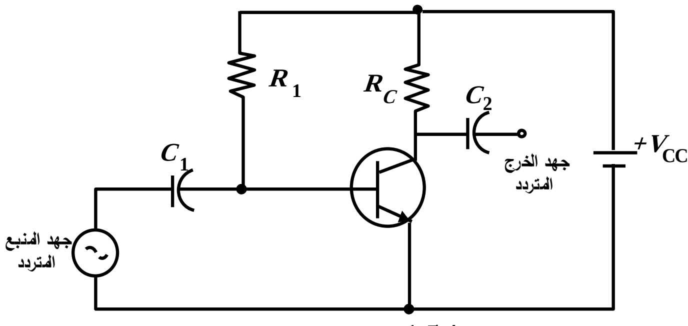
يعرف خط الاستواء بأنه أكبر دائرة للكرة وللجسم المتكور، مثل الأرض، والتي تكون عمودي إلى المحور القطبي للجسم. يتم تقسيم هذا الخط إلى 180 جزء وتمثل كل زاوية مقدار درجة واحدة عند القطبين وتسمى هذه الخطوط خطوط الطول. بهذا الشكل يمكن تعيين أي موضع على سطح الأرض بدلالة إحداثيات الطول والعرض. يطبق نفس المفهوم على الأجرام السماوية. أنظر الاستواء السماوي.

خط الحمل LOAD LINE

هو خط مستقيم يرسم على المنحنى المميز للدايود أو لمكبر الترنزيستور ويمثل مدى جهود وتيارات التشغيل للجهاز.

خط الحمل المتردد AC LOAD LINE

ويسمى أحيانا بخط الحمل الديناميكي. ولتوضيح مفهوم خط الحمل المتردد دعنا نعتبر دائرة الباعث المشترك المبينة في الشكل **154**.



الشكل **154**: دائرة الباعث المشترك.

في التشغيل المتردد للمكبر تكون ممانعة مكثف ربط الخرج صغيرة جداً عند تردد الإشارة وبالتالي تكون مقاومة الحمل **Rl** مرتبطة بشكل فعال مع المجمع. بالتالي فان الحمل المتردد سيكون عبارة عن محصلة التوازي لمقاومة الحمل **Rl** ومقاومة انحياز المجمع **RC** طبقا للمعادلة،

$R_L^{'} = \dfrac{R_L R_C}{R_L + R_C}$. للحصول على تقديرات التغيرات في قيم جهد وتيار المجمع يستخدم ما يُسمَّى

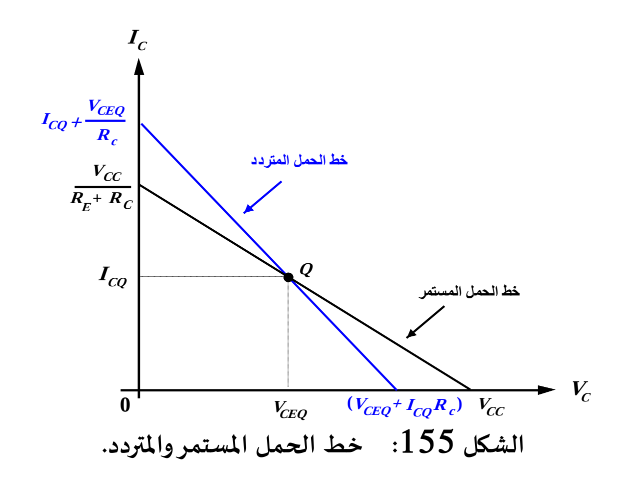
خط الحمل المتردد أو خط الحمل الديناميكي الذي يكون له ميل يساوى $-\dfrac{1}{R_L^{'}}$ ويمر عبر

النقطة الهامدة الموجودة على خط الحمل المستمر. يبين الشكل **155** مقارنة بين خط الحمل المستمر وخط الحمل المتردد.

خط الحمل المستمر DC LOAD LINE

في غياب الإشـــارة المترددة، وفي كثير من المكبرات تكون مقاومة الحمل متصــلة بين طرفي المكبر.

لاحظ أنه عندما يزداد تيار المجمع فإن الجهد V_{CE} يتناقص. عندما يتناقص تيار القاعدة فإن تيار المجمع يتناقص وتتزايد قيمة V_{CE}، كما هو مبين بالشـكل 155. ولهذا، فإن نقطة التشـغيل المسـتمر للترانزسـتور تتحرك على خط مسـتقيم مائل عند ضـبط جهد القاعدة عند قيم أعلى أو أقل، ويسمى هذا الخط المستقيم الذي يصل كل نقط التشغيل Q بخط الحمل المستمر.



الشكل 155: خط الحمل المستمر والمتردد.

خط الطول السماوي ECLIPTIC LONGITUDE

في علم الفلك فإن خطوط الطول هي خطوط عمودية على خط الاسـتواء للجرم السـماوي كما هو الحال في خطوط الطول والعرض على الأرض.

خط انبعاث EMISSION LINE

هو مدى دقيق جداً من الطول الموجي (أو التردد) في الطيف الكهرومغناطيسي تنبعث خلاله الطاقة المنبعثة بواسطة المادة المشعة (الباعثة). أنظر طيف الانبعاث.

خط طيفي SPECTRAL LINE

هو ضـــوء منبعث عند تردد معين من ذرة أو جزيء. يبعث كلّ نوع مختلف من الذرات أو الجزيئات ضوء خاص فريد في تردده. يستخدم هذا الخط الطيفي في تجارب المطيافية للتعرف على الأصناف المكونة للمادة. كما اســتفاد الفلكيون من ذلك حيث يمكنهم أن يبحثوا عن وجود غاز، ذرة، أو

جزئ معين في الفضـاء الخارجي وذلك عن طريق ضـبط المنظار على أحد ترددات الغاز المميزة. على سـبيل المثال، لأوّل أكسـيد الكاربون خيط طيفي عند تردد 115 جيجا هيرتز (أو عند طول موجي يسـاوى 2.7 مليمتر). تنشـأ خطوط طيف الامتصـاص أو الانبعاث الكهرومغناطيسـي عند طول موجي معين من تغييرات منفصلة في طاقة الذرة أو الجزيء. يمكن التعرف على الذرات أو الجزيئات المختلفة بواسطة السياق الفريد للخطوط الطيفية المصاحبة لها.

خطأ ERROR

في مجال الرياضـيات، يشـير الخطأ إلى الاختلاف بين القيمة الحقيقية والقيمة المحسـوبة. أي أنه الكمية (التي تسـاوى الخطأ في المقدار الخطأ) التي تضـاف إلى القيمة المحسـوبة للحصـول على القيمة الحقيقية وفي هذه الحالة تسـمى هذه الكمية بالتصـحيح. في مجال الحاسـوب أو نظام تشـغيل البيانات، يشـير هذا المصـطلح إلى أي خطوة، عملية، أو نتيجة خاطئة. بالإضـافة إلى الاستعمال الرياضي، فإنه في مجال الحاسوب عموما يستعمل هذا التعبير أيضا للإشارة إلى أعطال الآلة أو إلى الأخطاء الإنسـانية كأخطاء المشـغل. كثيرا ما يسـاعد هذا المصـطلح للتمييز بين تلك الحالات مثل: الأخطاء التي تنتج من التقريبات المسـتعملة في الطرق العددية؛ الأخطاء الناتجة من البرمجة الخاطئة، تشـفير، نسـخ البيانات، التشـغيل اليدوي، ..الخ. ؛ وكذلك الأخطاء الناتجة عن فشل عمل مكونات الآلة مثل البوابات، المكبرات،... الخ.

خطأ القياس MEASUREMENT ERROR

في عملية القياس يعرف الخطأ على إنه قيمة الانحراف عن القيمة الفعلية التي يجرى قياسها أي أنه الفرق بين الكمية الفعلية والكمية المقاسـة. قد يكون خطأ القياس موجباً بمعنى أن الكمية المقاسـة أكبر من الكمية الفعلية وقد يكون سـالبا عندما تكون الكمية المقاسـة أقل من الكمية الفعلية. وعموما، توجد ثلاثة أنواع من خطأ القياس هي: 1-الخطأ المطلق وهو عبارة عن الفرق بين الكمية المقاسة والكمية الحقيقية، 2-الخطأ النسبي المئوي وهو النسبة المئوية للخطأ المطلق منسوبا إلى القيمة الفعلية و3-الخطأ النسبي الأساسي وهو النسبة المئوية للخطأ المطلق منسوبا

إلى قيمة الانحراف الكلِّي لتدريج المقياس المستخدم. يعرف النوع الأخير بدقة الجهاز وعادة ما تجده مكتوبا على الجهاز.

خطوة STEP

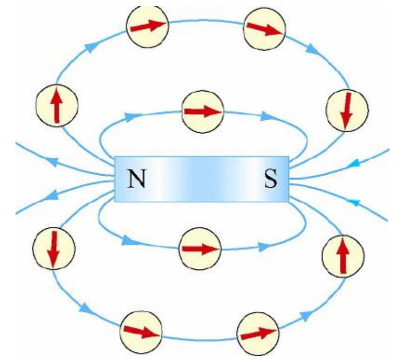
في مجال الإلكترونيات فإن الخطوة هي القفزة السريعة للجهد من مستوى إلى أخر (من المستوى السفلى إلى العلوي أو العكس).

خطوط القوى الكهربية ELECTRIC LINES OF FORCE

هي خطوط وهمية تم تعريفها بواسطة مسارات وحدة الشحنات عند وضعها في المجال الكهربي وهي عبارة عن خطوط قوى توجد في كل مكان في المجال تكون متوازية مع متجه شدة المجال الكهربائي. الاستعمال الرئيسي لهذه الخطوط هو كونها وسائل سهلة لتصوير هندسة المجال الكهربائي. عند وضع جسم مشحون في مجال كهربي فإنه يتحرك في اتجاه موازي للمجال.

خطوط المجال المغناطيسي MAGNETIC FIELD LINES

هي خطوط وهمية تدل على شدة واتجاه المجال المغناطيسي، الشكل 156. عندما يكون المجال قوياً فإن الخطوط تكون متقاربة وعندما يكون ضعيفا تكون الخطوط متباعدة. عند وضع جسم مشحون في مجال مغناطيسي فإنه يتحرك عمودي على اتجاه المجال.



الشكل 156 خطوط المجال الناتجة عن مغناطيس.

خطوط فرونهوفر FRAUNHOFER LINES

هي عبارة عن خطوط الامتصاص الموجودة في طيف الشمس والناتجة عن الغازات الموجودة في جو الشمس.

خطى LINEAR

هذا التعبير (خطى) هو صفة لعلاقة التناسب الذي تعطى خط مستقيم. في مجال الكهرباء يطلق هذا المصطلح على العنصر الكهربي مثل المقاومة النقية بأنها عنصر خطى وذلك لأنها تتفق وقانون أوم (الذي هو عبارة عن علاقة خط مستقيم بين الجهد والتيار). ويقال إن المكبر خطى عندما يتناسب الخرج مع الدخل. في مجال الإلكترونيات يقال أن تشغيل المكبر تشغيل خطى عندما يقوم بتكبير الإشارة دون إحداث تشوه فيها.

خلية الذاكرة MEMORY CELL

خلية الذاكرة هي جهاز يحتوى على مكبر مرجرج (flip-flop) أو مزلاج(latche) وتقوم هذه الخلية بتخزين أرقام ثنائية (0 أو1).

خلية ثانوية SECONDARY CELL

الخلية الثانوية هي خلية الكتروليتية تستخدم في تخزين الكهرباء. عندما تفرغ هذه الخلية يمكن إعادة شحنها وذلك عن طريق تمرير تيار كهربي خلالها في عكس اتجاه تيار التفريغ.

خلية زئبق MERCURY CELL

هي خلية أولية تستخدم مهبط من أكسيد زئبق ومصعد من الزنك وهيدروكسيد بوتاسيوم كمحلول الكتروليتي.

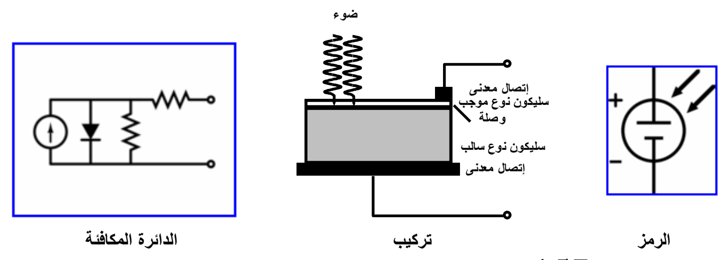
خلية فولتضوئية PHOTO-VOLTAIC OR SOLAR CELL

تسمى أيضاً بالخلية الشمسية وهي جهاز يولد فرق جهد عبر طرفيه عند تعرضه للضوء. وحيث أن الخلية الشمسية تحتوي على وصلة np، فعند تعرض هذه الوصلة للضوء تتحرر فجوات وإلكترونات. تتجه الإلكترونات إلى الحيز السالب والفجوات إلى الحيز الموجب مكونة فرق جهد بين

الأطراف. تستخدم الخلية الشمسية في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية. يبين الشكل 157 تركيب ورمز الخلية الشمسية.

خلية قلوية ALKALINE CELL

هي خلية أولية تعطى تيارا أكبر من تيار خلية الكربون-زنك. تعرف هذه الخلية، أيضا، بخلية الماغنسيوم القلوية.



الشكل 157: رمز و تركيب والدائرة المكافئة للخلية الشمسية.

خلية كادميوم CADMIUM CELL

هي خلية قياسية أو (طبيعية) تبنى عادة على شكل حرف (H). يكون تركيب القطب السالب عبارة عن ملغم من 12.5% من الكادميوم و 87.5% زئبق بالوزن. قد يصنع القطب الموجب من الزئبق المنقى جيداً أو من البلاتينِ المدموجِ. يكون الإلكتروليت محلول مشبع بكبريتات الكادميوم في الماء. يحاط القطب السالب ببلورات كبريتات الكادميوم غير المنحلِة. ويغطى القطب الموجب بمعجون يتكون من محلول كبريتات زئبق وكبريتات كادميوم. يتم إحكام غلق الخلية لمنع التبخير. في درجةِ الحرارة العادية تعطى خلية الكادميوم قوةَ دافعة كهربية 1.018636 فولت تقريباً. وتتغير هذه القوة الدافعة بمقدار فقط 0.00004 فولت لكل درجة تغير في درجةِ الحرارة.

خلية نيكل – كادميوم NICKEL-CADMIUM CELL

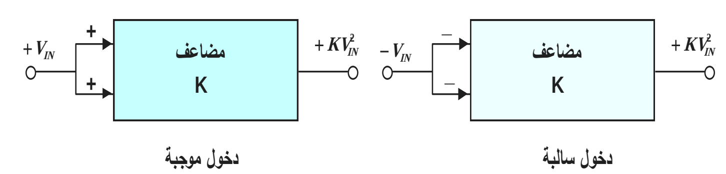
خلية النيكل-كادميوم هي خلية ثانوية تستخدم أكسيد النيكل كقطب موجب والكادميوم كقطب سالب.

دائرة الاعتدال السماوي القطبية EQUINOCTIAL COLURE

مصطلح في علم الفلك يشير إلى الدائرة الكبيرة للكرة السماوية التي تمر عبر الأقطاب السماوية وخطوط الاستواء. هي أيضاً دائرة قطبي الاعتدال الطبيعي.

دائرة التربيع SQUARING CIRCUIT

في مجال الإلكترونيات، دائرة التربيع هي عبارة عن دائرة مضاعف للجهد. عند تطبيق جهد مستمر على كل من دخلي المضاعف فإنه يولد جهد على خرجه يتناسب مع مربع جهد الدخل، كما هو مبين في الشكل **158**. يكون جهد الخرج موجباً سواء كانت الجهود المطبقة على كلا الدخلين موجبة أو سالبة طبقا لقواعد الجبر.



الشكل 158: يكون جهد الخرج موجباً سواء كان الجهد المطبق على كلا الدخلين موجب أو سالب.

دائرة التقويم أحادية الطور SINGLE-PHASE RECTIFIER

دوائر التقويم أحادية الطور هي دوائر بسيطة تستخدم مصدراً متردداً واحداً ويتوفر نوعين من هذه الدائرة منها دائرة التقويم النصف موجي والتقويم الموحى الكامل. تستخدم مثل هذه الدوائر في حالات الحاجة إلى جهد أو تيار مستمر صغير.

دائرة التقويم ثلاثية الطور THREE-PHASE RECTIFIER

دوائر التقويم ثلاثية الطور هي دائرة تقويم يستخدم فيها ثلاثة مصادر للجهد المتردد، وعموما، يمتاز هذا النوع من الدوائر عن أحادية الطور في أنها أكثر شيوعا وأكثر اقتصادية في مد المحركات المستمرة بالقدرة المستمرة حتى 20 kW كما أن تردد موج جهد الخرج فيها يكون أعلى منها في حالة دوائر التقويم أحادية الطور.

دائرة التيار الثابت CONSTANT CURRENT CIRCUIT

هي الدائرة التي تحافظ على إمداد مقاومة الحمل المتغيرة بتيار ثابت.

دائرة الرنين RESONANCE CIRCUIT

يقال عن الدائرة أنها في حالة رنين إذا كان الجهد المؤثر والتيار الناتج في طور وأحد. في هذه الحالة تكون المعاوقة المكافئة المركبة للدائرة أقل ما يمكن وتساوى المقاومة فقط وبالتالي يكون التيار أكبر ما يمكن. عند الرنين يكون عامل القدرة لدائرة الرنين يساوى الوحدة. توجد أنواع كثيرة لدوائر الرنين منها رنين التوالي ورنين التوازي. يعتمد تردد الرنين على قيم سعة المكثف ومعامل الحث الذاتي للملف فقط ولا يعتمد على قيمة المقاومة، طبقا للمعادلة $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

دائرة تكاملية INTEGRATED CIRCUIT

الدائرة التكاملية هي دائرة من النوع الذي تكون فيه كل المكونات ذات تركيب عبارة عن رقائق سيلكون معبأة معا في غلاف وأحد. تحتوي هذه الدائرة على كم هائل من المكونات فعلى سبيل المثال تحتوي أحيانا على آلاف الترانزستورات ومكونات أخرى.

دائرة تلفزيونية مغلقة CLOSED CIRCUIT TELEVISION

الدائرة التليفزيونية المغلقة هي عبارة عن أي استعمال للتليفزيون دون بث عمومي، وإنما يتم استعماله فقط لأغراض المراقبة أو إتاحة الفرصة للأطباء لمشاهدة سير العمليات الجراحية.

دائرة توازى PARALLEL CIRCUIT

هي الدائرة الكهربية التي يوجد فيها أكثر من مسار لتدفق التيار. انظر توصيل توازى.

دائرة توالى SERIES CIRCUIT

هي الدائرة الكهربية التي يمر نفس التيار خلال كل المكونات واحد تلو الأخر. أنظر توصيل التوالي.

دائرة جافة DRY CIRCUIT

هي الدائرة الكهربية التي تكون فيها القيمة القصوى للفولت هي 50 ملى فولت وأقصى تيار يساوى 200 ملى أمبير.

دائرة رنين RESONANCE CIRCUIT

دائرة الرنين هي عبارة عن دائرة كهربية تحتوي على ملفات ومكثفات وربما مقاومات وتتميز هذه الدائرة بأن المعاوقة الكلية للدائرة تكون قيمة صغرى عند تردد معين يسمى تردد الرنين والذي يعتمد على شكل التوصيل وقيم المكونات. تستخدم هذه الدوائر بشكل أساسي في دوائر التوليف في الأجهزة الإلكترونية.

دائرة رنين توازى PARALLEL RESONANCE CIRCUIT

هي دائرة رنين يتصل فيها كل من الملف والمكثف على التوازي. توفر هذه الدائرة معاوقة كبيرة عند تردد الرنين. تُسمّى هذه الدائرة، أحيانا، دائرة الخزان.

دائرة غير مستقرة ASTABLE CIRCUIT

هي دائرة لها وضعين غير مستقرين يتميز عملها بالتبادل بين هذين الوضعين وفق تردد تحدده ثوابت الدائرة.

دائرة قصر SHORT CIRCUIT

دائرة القصر هي مقاومة منخفضة تكون متصلة بين نقطتين، ويحدث هذا بشكل عرضي في أغلب الأحيان.

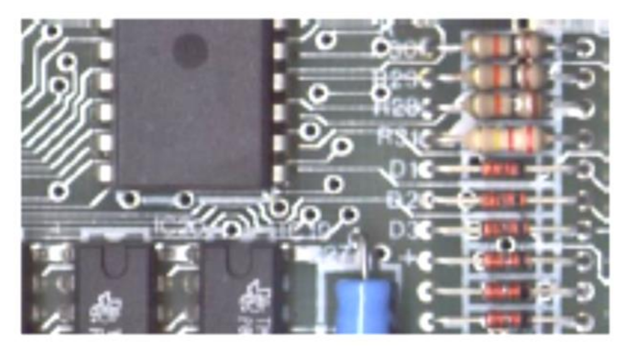
دائرة متكاملة مقاس متوسط MEDIUM-SCALE INTEGRATED CIRCUIT, MSI

بالإضافة إلى هذه الدائرة، توجد دائرة أخرى تُسمى دائرة متكاملة مقاس كبير، Large-scale integrated circuit, LSI. تستخدم تسمية المقاس عند وصف نوع معين من أنواع الدوائر المنطقية وتشير التسمية إلى عدد البوابات المنطقية الكاملة في الشريحة ويمكن تعريفها كالاتي:

MSI هي الدوائر التي تحتوي على 10 إلى 100 بوابة و LSI هي الدوائر التي تحتوي على أكثر من 100بوابة.

دائرة مطبوعة PRINTED CIRCUIT

هي عبارة عن الدائرة الكهربية مصبوعة على لوحة التوصيل ومبين عليها أماكن العناصر المختلفة وخطوط التوصيل ونقط الفحص والاتصال. يبين الشكل 159 نموذج لإحدى هذه الدوائر.



الشكل 154159: نموذج لدائرة مطبوعة.

دائرة هجين HYBRID CIRCUIT

هي دائرة إلكترونية تستعمل نوعين أو أكثر من الأجزاء المكونة التي تنفذ نفس المهمات بطرق مختلفة. كما أنها هي الدائرة التي تحتوي على هجين من تقنيتين (مكونات سلبية وأخرى نشطة أو عناصر فردية وأخرى متكاملة) في دائرة إلكترونية مجهرية واحدة. تصنع المكونات السلبية، عادة، بواسطة تقنيات الأغشية الرقيقة، بينما تصنع المكونات النشطة بواسطة تقنيات شبه موصلة.

دالة الخطأ ERROR FUNCTION

يشير هذا المصطلح إلى تكامل الاحتمالية.

دالة الشغل WORK FUNCTION

عند تعرض سطح بعض المواد للضوء تنطلق إلكترونات من السطح وتسمى إلكترونات ضوئية، وتعرف هذه الظاهرة بالظاهرة الكهروضوئية. تم تفسير ما يحدث على يد العالم أينشتين والذي افترض أن جزء طاقة الفوتون يستهلك في تحرير الإلكترون من السطح (وهذه الطاقة تسمى دالة

الشغل) والجزء الأخر يظهر على شكل طاقة حركة للإلكترون المنبعث. دالة الشغل تساوى طاقة الفوتون الذي أقل تردد (تردد حرج) ويكون قادراً على تحرير الإلكترون من السطح.

دالة الشغل الإلكترونية ELECTRONIC WORK FUNCTION

هي عبارة عن دالة هيلموتز.

دالة الشغل للمعدن METAL WORK FUNCTION

تعرف دالة الشغل للمعدن بأنها أقل كمية طاقة أو شغل مبذول يلزم لتحرير الإلكترون من سطح المعدن وهي طاقة مميزة لنوع المعدن وسميت قديما بطاقة مستوى فيرمى. توجد طرق عدة يمكن من خلالها إعطاء الطاقة للإلكترونات داخل المادة للتغلب على دالة الشغل عند السطح ثم الانطلاق خارج المادة مكونة فيض من الإلكترونات المنبعثة ومن هذه الطرق: تسخين المادة، تعريض سطح المادة لمجال كهربي قوى، قذف المادة بسيل من الإلكترونات المعجلة بطاقة عالية، قذف سطح المادة بالجسيمات الثقيلة (الأيونات مثلا) وتعريض سطح المادة لموجات كهرومغناطيسية.

دامج التيار COMMUTATOR

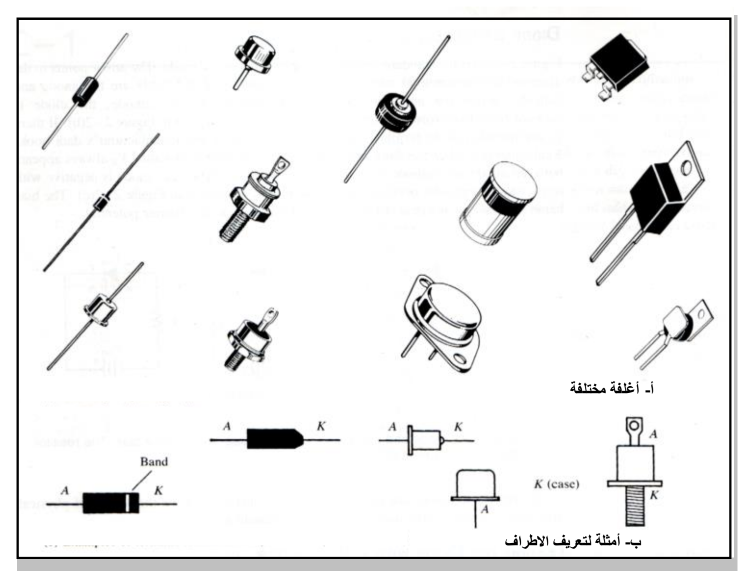
دامج التيار هو أداة تستخدم لعكس اتجاه التيار المستمّر وإرجاعه.

دايود DIODE

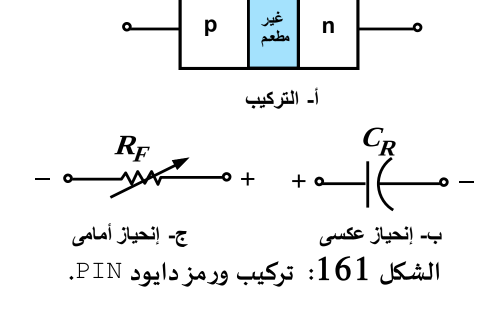
(يسمى الدايود أحيانا بالصمام الثنائي أو ثنائي القطب أو وصلة ثنائية أو دايود الوصلة وحيث أن كلمة دايود قد فرضت نفسها على مجتمع اللغة العربية وأصبحت شائعة الاستخدام ومألوفة لدى الجمهور فإنه من الأفضل الإبقاء عليها بغرض التسهيل مثلها كمثل الترانزستور والراديو والتليفزيون وبعض المصطلحات الأخرى: المؤلف). الدايود هو جهاز إلكتروني ثنائي الطرف يسمح بمرور التيار في اتجاه وأحد وذلك عندما يزيد جهد الانحياز الأمامي عن الحاجز الجهدي بينما لا يقوم الدايود بتمرير التيار عندما يكون جهد الانحياز العكسي أقل من جهد الانهيار. يبين الشكل 160 أشكال لبعض أغلفة دايودات فعلية وتعريف أطرافها. من الأجهزة الإلكترونية.

دايود PIN　　PIN Diode

يتكون دايود **PIN** من حيز من النوع الموجب وأخر من النوع السالب مطعمين بشكل مكثف يفصلهما حيز حقيقي (غير مطعم، **intrinsic**)، لهذا تأتي تسمية هذا الدايود مطابقة لهذا التركيب الذي يتكون من حيز موجب **(P)** وحيز حقيقي **(I)** وحيز سالب **(N)** ويرمز له بال اختصار**PIN**. غالبا، يعمل دايود **PIN** عند الانحياز العكسي كمكثف ثابت السعه، أما في الانحياز الأمامي فإنه يعمل كمقاومة متغيرة. يستخدم دايود **PIN** كمفتاح ميكروويف منضبط بالتيار المستمر يعمل بواسطة التغيرات السريعة في الانحياز أو كجهاز تعديل يمتاز بخاصية المقاومة الأمامية المتغيرة. يبين الشكل **156** تركيب ورمز دايود **PIN**.



الشكل **160**: أشكال لبعض أغلفة دايودات فعلية وتعريف الأطراف.



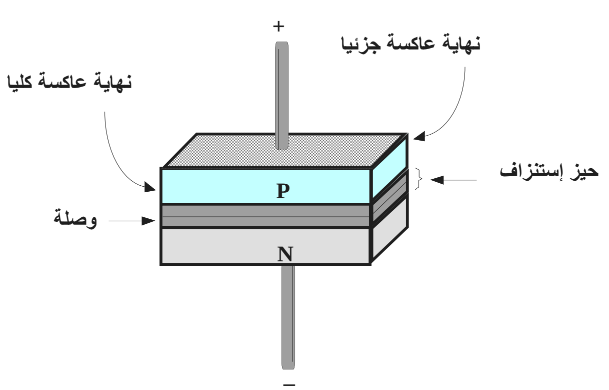
الشكل **161**: تركيب ورمز دايود PIN.

دايود الاسترجاع التدريجي STEP-RECOVERY DIODE

تبنى نظرية عمل دايود الاسترجاع التدريجي على مبدأ التطعيم متدرج الكثافة، حيث تقل كثافة التطعيم في شبه الموصل تدريجيا كلما اقتربنا من الوصلة **np**. ينتج هذا التطعيم المتدرج اختصارا مفاجئا للوقت وذلك بالسماح السريع لتحرر الشحنة المختزنة عند الانتقال من الانحياز الأمامي إلى الانحياز العكسي. كما يسمح أيضا التطعيم المتدرج بالاسترجاع السريع للتيار الأمامي عند الانتقال من الانحياز العكسي إلى الانحياز الأمامي. يستخدم هذا الدايود في تطبيقات التحوّل (الفتح والغلق) السريع جداً.

دايود الليزر LASER DIODE

يبعث دايود الليزر ضوء متماثل (يتكون من لون وأحد وليس خليط من الألوان) على عكس دايود **LED**. يبين الشكل 162 التركيب الأساسي لدايود الليزر، حيث تتكون الوصلة **NP** من طبقتين من زرنيخيد الجاليوم المطعم. يعتمد الطول الموحى للضوء المنبعث اعتمادا دقيقا على طول الوصلة **np**. يوجد على أحد أطراف الوصلة سطح عاكس قوى، بينما يوجد على الطرف الأخر سطح عاكس جزئيا. تعمل أطراف التوصيل الخارجية كمصعد ومهبط.



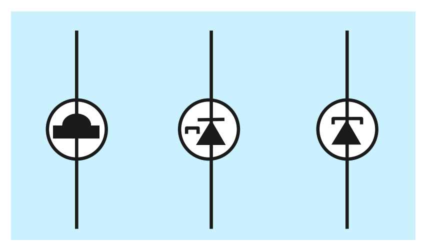
الشكل 162: تركيب دايود الليزر.

دايود المدفع GUN DIODE

هو دايود شبه موصل يستخدم تأثير المدفع لتوليد تذبذب في مدى تردد الموجات الميكرونية أو في تكبير إشارات ذات تردد ميكروني.

دايود النفق TUNNEL DIODE

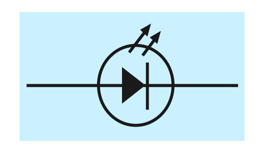
هو دايود له منحنى مميز يظهر مقاومة ســالبة وهذه الصــفة تجعله ذا فائدة كبيرة في بعض التطبيقات مثل المذبذبات ومكبرات الموجات الميكرونية. يبين الشكل 163 رموز هذا الدايود.



الشكل 163: رموز دايود النفق.

دايود باعث للضوء LIGHT EMITTED DIODE, LED

هو نوع من أنواع الدايودات يبعث ضـوء عندما يمر خلاله تيار أمامي، والعمل الأسـاسي للدايود الباعث للضـوء يكون كما يلي: عندما ينحاز الدايود أماميا فإن الإلكترونات الحرة تعبر الوصـلة npمن الحيز n وتتحد مع الفجوات في الحيز p، حيث أن الإلكترونات موجودة في نطاق التوصيل وفي مسـتوى طاقة أعلى من طاقة الفجوات الموجودة في نطاق التكافؤ. عندما تحدث عملية إعادة الاتحاد فإن الإلكترونات المعاد اتحادها تفقد جزء من طاقتها في شـكل حرارة وضـوء. وتسـمح المساحة الكبيرة للسطح المعرض للضوء على إحدى طبقات المادة شبه الموصلة بإشعاع الفوتونات على شـكل ضـوء مرئي وتُسـمّى بالتألق الكهربي(Electro luminescence) . تصـنع الدايودات الباعثة للضوء من مواد مثل زرنيخيد الجاليوم (GaAs) ، فوسفيد زرنيخيد الجاليوم (GaAsP) أو فوسـفيد الجاليوم(GaP). لا يسـتخدم السليكون أو الجرمانيوم في تصـنيع مثل هذه الدايودات لأنها مواد منتجة للحرارة وفقيرة جداً من حيث إنتاج الضوء .يبين الشكل 164 رمز هذا الدايود.



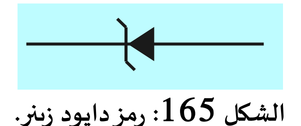
الشكل 164: رمز الدايود الباعث للضوء.

دايود حاجز السطح SURFACE-BARRIER DIODE

يعرف هذا الدايود بدايود شــوتكى، وهو دايود ســرعة عالية وله ســعة وصــلة صــغيرة جداً، كما يعرف، أيضا، بدايود حاملات الشحنة الساخنة.

دايود زينر ZENER DIODE

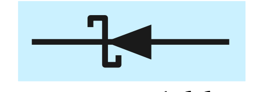
دايود زينر هو دايود تم تصميمه لتحديد الجهد عبر طرفية عند الانحياز العكسي، وهو عبارة عن وصلة **np** من نوع السليكون يختلف عن الدايود المقوم في أنه صمم للعمل في منطقة الانهيار العكسي. يتحدد جهد انهيار الزينر بواسطة التحكم بعناية فائقة في مستوى التطعيم أثناء التصنيع. يبين الشكل 165 الرمز التخطيطي لدايود زينر.



الشكل 165: رمز دايود زينر.

دايود شوتكى SCHOTTKY DIODE

دايود شــوتكى هو دايود يســتخدم حاملات الأغلبية فقط ومعد للعمل مع الترددات العالية. ترجع تســمية شــوتكى إلى اســم مخترع هذا الجهاز. يســتخدم دايود شــوتكى في المقام الأول في تطبيقات التردد العالي والفتح الســريع. يعرف دايود شــوتكى أيضــا بدايود حاملات الشــحنة الســاخنة والذي يتكون من اتصال حيز شبه موصل مطعم (غالبا يكون من النوع السالب) مع معدن مثل الذهب، فضــه أو البلاتين. لهذا فإن دايود شــوتكى على الأصح هو وصلة تتكون من معدن وشــبه موصــل أكثر منه وصلة **np**. يبين الشكل 166 الرمز التخطيطي لدايود شوتكى.

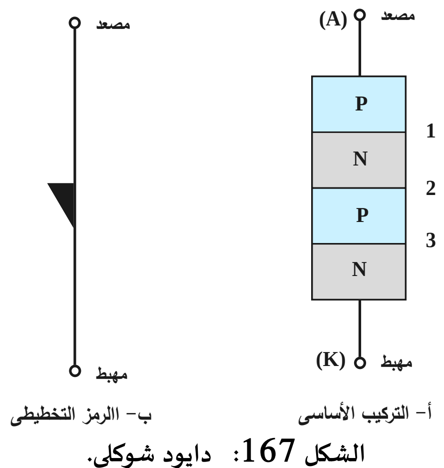


الشكل 166: رمز دايود شوتكى.

دايود شوكلى SHOCKLEY DIODE

دايود شــوكلى هو ثايروســتور ذو طرفين هما المصعد والمهبط ويتركب من أربع طبقات شــبه موصلة ذات البناء **npnp**. يعمل هذا الجهاز كمفتاح ويظل مطفئ حتى يصــل الجهد الأمامي إلى قيمة

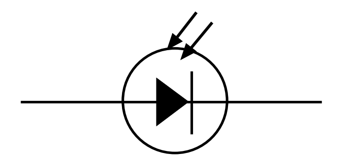
معينة فيبدأ في التشـغيل ويمرر التيار. يسـتمر التوصـيل حتى ينخفض التيار إلى أقل من قيمة معينة. ترجع تسمية شوكلى إلى اسم مخترع هذا الجهاز. يبين الشكل **167** التركيب الأساسي والرمز التخطيطي لدايود شوكلى.



الشكل **167**: دايود شوكلى.

دايود فوتونى PHOTODIODE

هو دايود يتغير فيه التيار العكسي مع كمية الضوء الساقط عليه وهو عبارة عن وصلة **np** تعمل في الانحياز العكسي وتمتاز بحساسيتها للضوء وله نافذة صغيرة شفافة تسمح بسقوط الضوء على الوصلة **np**. يختلف الدايود الفوتوني عن دايود التقويم في إنه يزداد التيار العكسي بزيادة شدة الضوء الساقط على الوصلة **np** والشكل **168** يبين الرمز التخطيطي لهذا الدايود.

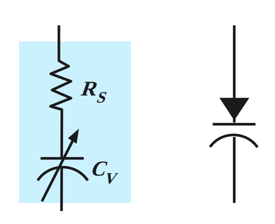


الشكل **168**: رمز الدايود الفوتوني.

دايود متغير السعة VARACTOR DIODE

هو دايود تتغير سعته الداخلية مع تغير جهد الانحياز. عندما يزداد جهد الانحياز العكسي تتسع طبقة الاستنزاف التي تقوم بدور المكثف ويؤدى هذا إلى زيادة فعالة في سمك العزل الكهربي وبالتالي تقل السعة الداخلية للدايود. أما عندما يتناقص جهد الانحياز العكسي تصبح طبقة

الاستنزاف ضيقة وبالتالي تزداد السعة. في هذا الدايود يمكن التحكم في معاملات السعة وذلك عن طريق التحكم في كثافة تطعيم طبقة الاستنزاف وكذلك بالتحكم في الحجم والشكل الهندسي لبناء الدايود. عادة، تتراوح سعة الدايود من هذا النوع بين عدة بيكوفاراد إلى مئات البيكوفاراد. الشكل 169 يبين الرمز التخطيطي والدائرة المكافئة لهذا الدايود.



ب- الدائرة المكافئة أ- الرمز

الشكل 169: الرمز التخطيطي والدائرة المكافئة للدايود المتغير السعة.

دخل INPUT

يعرف الدخل بأنه أطراف الدائرة التي يطبق عليها الإشارة الكهربية أولا، ويسمى أحيانا مدخل.

الدخل أحادي النهاية SINGLE ENDED INPUT

الدخل أحادي النهاية هو نمط من أنماط تشغيل المكبر. عندما يعمل المكبر التفاضلي، مثلا، في نمط الدخل أحادي النهاية يتصل أحد الدخلَينِ إلى الأرضي ويتَمَّ تطبيق جهد الإشارة على الدخل الآخر. أحيانا، يشار إلى هذا الدخل بالدخل أحادي الطرف.

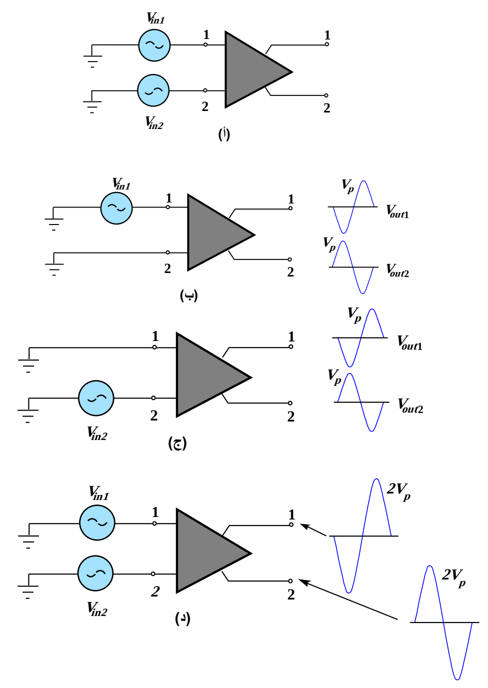
دخل النمط المشترك COMMON MODE INPUT

دخل النمط المشترك هو أحد أنماط تشغيل المكبر التفاضلي. يمكن رؤية أهم ملامح تشغيل المكبر التفاضلي عند اعتبار شرط النمط المشترك وفيه يتم تطبيق إشارتي جهد متماثلتين في الطور والتردد والسعة على الدخلين. في هذه الحالة فإن الخرج التفاضلي للمكبر سوف يكون صفر. يسمّى هذا الفعل برفض النمط المشترك. تكمن أهمية هذا الفعل في حالة ظهور إشارات غير مرغوبة مشتركة على كلا دخلي المكبر التفاضلي. بكلمات أخري يمكن القول أن عمل المكبر في رفض النمط المشترك يعنى أن الإشارات غير المرغوبة سوف لا تظهر على المخارج وبالتالي لن تشوه الإشارة المرغوبة. إشارات النمط المشترك (مثل الضوضاء) هي عموماً نتيجة لالتقاط الطاقة

المرسلة بواسطة خطوط الدخل من الخطوط المجاورة أو من خط قدره 60 Hz أو من أي مصادر أخرى.

دخل تفاضلي THE DIFFERENTIAL INPUT

عند اســتخدام المكبر التفاضــلي في نمط الدخل التفاضــلي، يتَمَّ تطبيق إشــارتين متعاكســتين في القطبية (خارج الطور بزاوية °180) على الدخلين، كما هو مبين في الشــكل 170(أ). يشــار إلى هذا النوع من التشغيل أيضاً بالنهاية المزدوجة (أو بثنائي الطرف). يؤثر كل دخل في المخارج. يبين الشكل 170(ب) إشارات الخرج الناتجة عن تأثير الدخل 1 بمفرده كدخل أحادي النهاية بينما يبين الشكل 170(ج) إشــارات الخرج الناتجة عن وجود الإشــارة على الدخل 2 الذي يعمل كدخل أحادي الطرف بمفرده.



تابع الشكل 170: تشغيل النمط التفاضلي للمكبر التفاضلي: (أ) دخول تفاضلية، (ب) الخروج نتيجة للدخل V_{in1} (ج) الخروج نتيجة للدخل V_{in2} و (د) المخارج الكلية نتيجة للدخول التفاضلية.

الضـوء من الوسـط 1 إلى الوسـط 2 فإن معامل الانكسـار يسـمى معامل الانكسـار النسـبي ويكون

$_1n_2 = \frac{v_2}{v_1}$. أنظر قانون سنل.

في المواد المتجانسة تكون قيمة معامل الانكسار واحدة في كل أجزاء الوسط، بينما تتغير في الأوساط

غير المتجانسة. يتغير معامل الانكسار بتغير الطول الموجي للضوء.

معامل التبخر EVAPORATION COEFFICIENT

يعرف معـامـل التبخر بـأنـه النســبـة بين المعـدل الفعلي للتبخر وأقصــى معـدل للتبخر (معـدل

كنودسن).

معامل التمدد الحجمي COEFFICIENT OF VOLUME EXPANSION

يعرف معـامل التمـدد الحجمي بأنه التغير في الحجم ΔV مقســوم على الحجم الأصــلي V_o وعلى

التغير في درجة الحرارة ΔT ، أى أن $\frac{\Delta V}{V_o\,\Delta T}$.

معامل التمدد الطولي COEFFICIENT OF LINEAR EXPANSION

يعرف معامل التمدد الطولي بأنه التغير في الطول ΔL مقسـوم على الطول الأصلي L_o وعلى التغير

في درجة الحرارة ΔT ، أي أن $\frac{\Delta L}{L_o\,\Delta T}$.

معامل التوصيل الحراري THERMAL CONDUCTIVITY COEFFICIENT

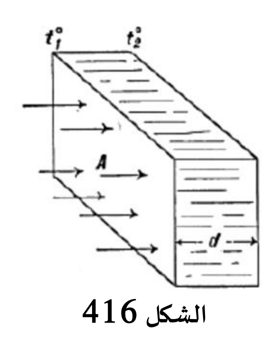
بالرجوع إلى الشــكل 416، تعطى معدل انتقال كمية الحرارة H خلال شــريحة معدنية مســاحة

مقطعها A وسمكها d ودرجة حرارة نهايتها t_1 و t_1 تعطى بالمعادلة $H = \frac{kA(t_1 - t_2)}{d}$ ، حيث k

ثابت يســمى معامل التوصــيل الحرارى. لذلك يمكن تعريف معامل التوصــيل الحراري بأنه كمية

الحرارة التي تنتقل بالتوصيل في وحدة الزمن خلال موصل معدني طوله 1سم ومساحة مقطعه 1

سم2 والفرق بين درجتي حرارة طرفيه درجة واحدة مئوية.



الشكل 416

معامل الربط COEFFICIENT OF COUPLING

فى مجال الإلكترونيات، يعرف معامل الربط هو درجة الربط بين دائرتين.

معامل المرونة الحجمية BULK MODULUS

تعرف معامل المرونة الحجمية E (أو المرونة الحجمية) للمادة بأنها النسبة بين الزيادة في الضغط p و الانضغاط الناتج لوحدة الحجوم (التغير في الحجم) $\Delta V/V_o$ ، أى أن ،

$E = \dfrac{p}{\Delta V/V_o} = V_o \dfrac{p}{\Delta V}$ ، ويقاس بواحدات الضغط.

معامل درجة الحرارة للتردد TEMPERATURE COEFFICIENT OF FREQUENCY

يعرف معامل درجة الحرارة للتردد بأنه المعدل الذي يتغير به التردد مع درجة الحرارة.

معامل درجة الحرارة للزينر ZENER TEMPERATURE-COEFFICIENT, TC

يعين معامل درجة الحرارة التغير المئوي في جهد الزينر المقابل لتغير في درجة الحرارة مقداره 1 درجة مئوية. فمثلا، إذا كان لدايود الزينر جهد 12 V ومعامل درجة الحرارة 0.1%/ºC فإنه سوف يظهر زيادة في الجهد VZ مقدارها 0.012 V عندما تزداد درجة حرارة الوصلة بمقدار درجة واحدة مئوية.

معامل فقد القدرة POWER LOSS FACTOR

فى الدوائر الكهربية، يعرف معامل فقد القدرة بأنه نسبة القدرة الممتصة (المُستَهلَكَة) بواسطة مقاومات الدائرة إلى القدرة المَستمدة من مصدر القدرة.

معامل لاندى الانشطاري LANDE SPLITTING FACTOR

فى النظرية الكمية يمكن التعبير عن العزم المغناطيسي μ بدلالة العزم الزاوي الكلى J على

الصورة، $\mu = g\left(-\frac{e}{2m}\right)J$ ، حيث g هو معامل لاندى.

معامل ينج YOUNG'S MODULUS

يعرف معامل ينج في حالة القضيب بأنه النسبة بين الإجهاد (F/A) والانفعال ($\Delta l/l$). بشكل

عام، يمكن القول بأنه ثابت التناسب المصاحب للتغير في الطول أو الحجم للمادة طبقاً لخصائص

المرونة لها.

معاملات التبادل EXCHANGE COEFFICIENTS

ينص فرض المعامل التبادلي على أن متوسط الفيض الدوامي لوحدة المساحة لكمية محافظة من

العازل (أو المائع معبر عنها بشكل مناسب) تتناسب مع انحدار القيمة المتوسطة لهذه الكمية،

بمعنى أن $\text{Mean flux per unit area} = -C_e \frac{d\overline{E}}{dN}$ ، حيث $\overline{E}$ القيمة المتوسطة للكمية، N

الاتجاه العمودي على السطح، و C_e ثابت يسمى معامل التبادل للتدفق . في حالة التدفق

المضطرب تتغير C_e لتعتمد على الزمن والموضع.

معاملات الهجين HYBRID PARAMETERS

تعتبر معاملات التهجين (**h**) مهمة، لذلك تحدد قيمتها بشكل دقيق في صحائف بيانات التصنيع.

وتأتى أهمية هذه المعاملات من سهولة قياسها نسبياً. توجد أربعة معاملات **h** وهي ممانعة الدخل،

نسبة جهد التغذية المرتدة، كسب التيار الأمامي وتوصيلية الخرج. يمكن تعريف معاملات الهجين

كما هو بالجدول **4**.

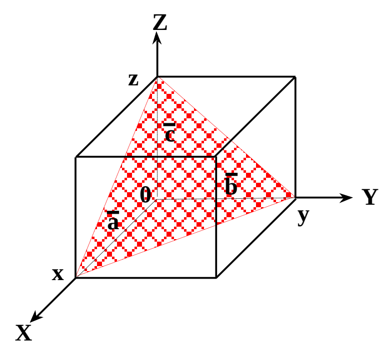
جدول 4 المعاملات h المترددة الأساسية

الظروف (حالة الوضع)	الوصف	معامل h
عند قصر الخرج	ممانعة الدخل	hi
عند فتح الدخل	نسبة جهد التغذية المرتدة	hr

hf	كسب التيار الأمامي	عند قصر الخرج
ho	توصيلية الخرج	عند فتح الدخل

معاملات ميلر MILLER INDICES

يمكن وصف المستويات البلورية بواسطة مجموعة من الأدلة العددية وضعها العالم الإنجليزي ميلر عام **1800**. يمكن تعريف أدلة ميلر للمستوى بأنها مجموعة مكونة من ثلاثة أرقام تصف مكان واتجاه اتجاه أو مستوى في البلورة. يمكن تعيين أدلة ميلر بإتباع الخطوات التالية وبالإشارة إلى الشكل **417**:



الشكل 417

1- نفترض أن المحاور الكارتيزية تتطابق مع متجهات الأساس للبلورة (أحرف البلورة) ويكون رأس البلورة هو بمثابة نقطة الأصل للمحاور، كما بالشكل.

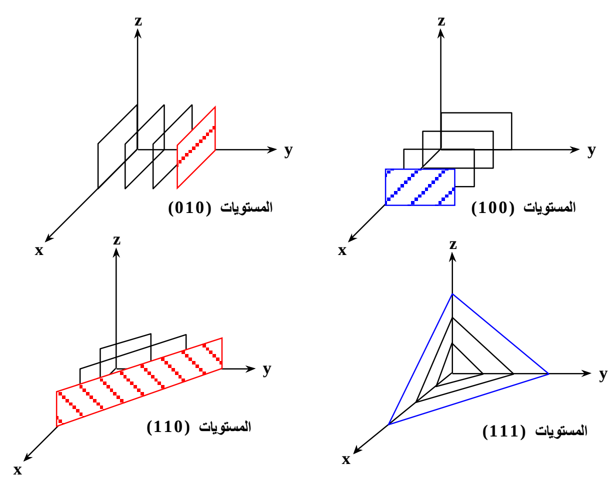
2- نفترض أن نقاط تقاطع المستوى مع المحاور على امتداد متجهات الأساس $\vec{c},\vec{b},\vec{a}$ هي **x** و **y** و **z**. تكون **x** عبارة عن مضاعف كسرى من **a** وتكون **y** عبارة عن مضاعف كسرى من **b** وتكون **z** عبارة عن مضاعف كسرى من **c**.

3- نكون مجموعة الأعداد الكسرية على النحو ($\frac{z}{c}$ و $\frac{y}{b}$ و $\frac{x}{a}$).

4- نأخذ مقلوب مجموعة الأعداد السابقة لنحصل على ($\frac{c}{z}$ و $\frac{b}{y}$ و $\frac{a}{x}$)، ثم نختزل هذه المجموعة إلى اصغر قيم للإعداد وذلك بالضرب في اصغر عامل مشترك للمقام.

5- تسمى المجموعة الأخيرة التي نحصل عليها بأدلة ميلر للمستوى وتكتب على الصورة (hkl).

يبين الشكل **418** العديد من الأمثلة لتعيين أدلة ميلر للمستويات البلورية الموضحة بالشكل.



الشكل 418: أمثلة لتعيين أدلة ميلر لمستويات بلورية.

معاوقة Impedance

تعرف معاوقة الدائرة كلّها بأنها النسبة بين دالة الجهد ودالة التيار. إذا كان كل من الجهد والتيار دالة جيبية فإنّ المعاوقة تكون عبارة عن متجه له مقدار وزاوية طور. تكون وحدات مقدار المعاوقة هو الأوم.

معاوقة الباعث Emitter impedance

تعرف معاوقة الباعث النسبة بين التغير في جهد الباعث إلى التغير في تيار الباعث عند ثبوت جهد المجمع.

معاوقة المجمع Collector impedance

معاوقة المجمع هي عبارة عن النسبة بين التغير في جهد المجمع إلى التغير المقابل في تيار المجمع عند ثبوت تيار الباعث.

معاوقة خرج مكبر العمليات Op. Amp. output impedance

تعرف معاوقة الخرج بأنها مقاومة مكبر العمليات التي ترى من عند أطراف الخرج.

معاوقة دخل مكبر العمليات OP. AMP. INPUT IMPEDANCE

توجد طريقتين أساسيتين لوصف معاوقة دخل مكبر العمليات هما معاوقة النمط التفاضلي ومعاوقة النمط المشترك. معاوقة الدخل التفاضلية هي المقاومة الكلِّية بين المدخل العاكس والمدخل غير العاكس. تقاس المعاوقة التفاضلية بتعيين التغير في تيار الانحياز المقابل للتغير في جهد الدخل التفاضلي. معاوقة دخل النمط المشترك هي المقاومة بين كل دخل والأرضي وتقاس بتعيين التغير في تيار الانحياز المقابل لتغير معين في جهد دخل النمط المشترك.

معاوقة منسجمة MATCHED IMPEDANCE

يصف هذا المصطلح المعاوقة عندما تتساوى معاوقة خرج منبع القدرة مع معاوقة دخل الحمل المتصل به، أي أن هذا المصطلح يدل على التوافق والانسجام.

معايرة CALIBRATION

المعايرة هي عملية ترجمة الإشارات الناتجة من آلة القياس (مثل مقياس، منظار، جهاز إلكتروني أو تفاعل معين) إلى بيانات يمكن الاستفادة منها. يزيل هذا الإجراء أغلب الأخطاء التي يكون سببها عدم الاستقرار البيئي وذو التأثير الفعال في قراءة الجهاز أو الآلة. بعد عمل المعايرة يتم إرجاع قراءات الجهاز إلى منحنى المعايرة للحصول على القيمة المضبوطة أو تعيين القيمة المقابلة ذات الاهتمام.

معتم OPAQUE

هي خاصية للمادة التي بواسطتها تمنع مرور الضوء خلالها. يعتمد إعتام المادة على تردد الضوء. فعلى سبيل المثال نجد أم جو الزهرة يكون شفاف للأشعة فوق البنفسجية ومعتم بالنسبة للضوء المرئي. في مجال الفلك يستخدم هذا المصطلح للتفريق بين الأجرام السماوية.

معجل خطى LINEAR ACCELERATOR

المعجل الخطى هو أداة لتعجيل الجسيمات الأولية والجزيئات وذلك بتطبيق مجالات كهربية متعاقبة، كما في حالة أنبوبة المضاعف الضوئي. يتكون المعجل الخطى من مصدر للجسيمات أو الأيونات ومجال كهربي متعاقب ومتزايد.

معدل الانحدار ROLL OFF RATE

يعتبر معدل الانحدار المقياس الذي يصف استجابة المرشح حيث يعرف بأنه المعدل الذي يتغير به الكسب كدالة في التردد ويقاس بوحدات**dB/Decade**. للمرشح أحادى القطب معدل انحدار مقداره**20 dB/decade**، ولثنائي القطب معدل انحدار مقداره**40 dB/decade**، وللمرشح ثلاثي القطب المعدل **60 dB/decade** وهكذا.

معدل الانزلاق SLEW RATE

معدل الانزلاق هو معدل تغير جهد خرج مكبر العمليات كاستجابة لخطوة جهد الدخل. كما يمكن تعريف معدل الانزلاق (**SR**) بأنه أعظم معدل تغير لجهد الخرج الذي يمكن أن يتقبله (يستجيب له) مكبر العمليات كنتيجة لجهد دخل خطوة (**step input voltage**)، بسبب تأثير الشحن / التفريغ السعوي الداخلي. يعتمد المعدل **SR** على الاستجابة للتردد العالي لمراحل المكبر خلال مكبر العمليات.

معدل البخر EVAPORATION RATE

هو كتلة المادّة (أو عدد جزيئات المادة) التي تتبخر لكل وحدة مساحة من السطح الحر للسائل أو الصلب في وحدة الزمن.

معدل التغير البيئي ENVIRONMENTAL LAPSE RATE

هو معدل تناقص درجة الحرارة ($-\partial T$) بالنسبة للارتفاع (**z**) في الجو ، أي $-\partial T / \partial z$ أو $\partial T / \partial p$ حيث p الضغط. يمكن تطبيق هذا المفهوم على المتغيرات الجوية الأخرى مثل الكثافة إذا تم وصفها.

معدل زجاج GLASS MODIFIER

توجد أكاســيد مثل Li_2O ، Na_2O ، K_2O ، Ag_2O ، BaO ..... تضــاف إلى الأكســيد المكون الزجاج لتغيير أو تعديل خصائصه الفزيائية، وتسمى هذه الأكاسيد بأكاسيد معدلة.

معقود GANGED.

يصــف هـذا المصــطلح حـالـة ربط ميكانيكي لعـدد اثنين أو أكثر من المتحكمـات (مثـل المكثفـات، المفاتيح، المقاومات المتغيرة أو أي مكونات أخرى قابلة للضــبط) بالشــكل الذي معه يؤدى ضــبط أحد المتحكمات إلى تشغيل الجميع.

معيار التآكل EROSION GAGE

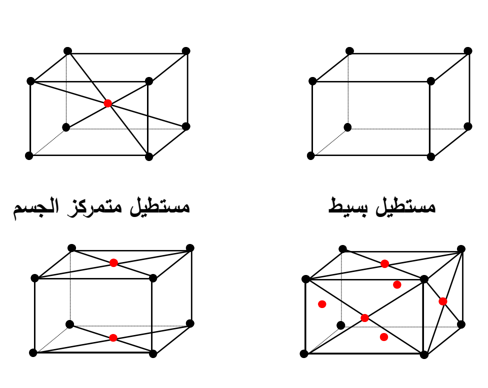
هو آلة لقياس تأثير الأتربة والمواد العالقة على تآكل المواد المعرضة لبيئة جو ية.

معيار رايلي RAYLEIGH CRITERION

هو معيار وضعة العالم رايلي يحدد مقدرة المجموعة البصرية (التليسكوب) على التميز بين/وفصل الإجرام السماوية المتقاربة. ينص هذا المعيار على أنه يمكن اعتبار أن الصورتان البصريتان تكونان منفصلتان إذا سـقطت البقعة المركزية المضـيئة للصـورة الأولى على الحلقة المركزية المظلمة الأولى للصـورة الثانية. في حالة اسـتخدام عدسـة شـيئية ذات القطر d وضـوء له طول موجي λ (عادة يكون **560** نانومتر) فإن قوة فصل الجهاز بالتقريب تكون على الصورة $1.22\times\lambda/d$

معيني قائم Orthorhombic

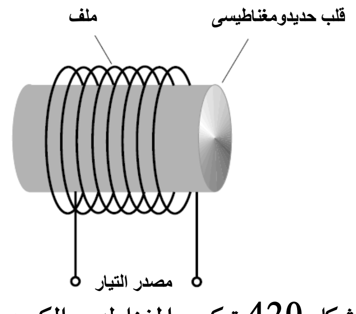
المعيني القائم هو فصيلة بلورية تتميز بالمتغيرات الأتية $a=b\neq c$ و $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ ويوجد منه أربعة أنواع البسيط والمتمركز الأوجه والمتمركز الجسم، والمتمركز القاعدتين، الشكل **419**.



الشكل 419: فصيلة المعينى القائم.

مغناطيس كهربي ELECTROMAGNET

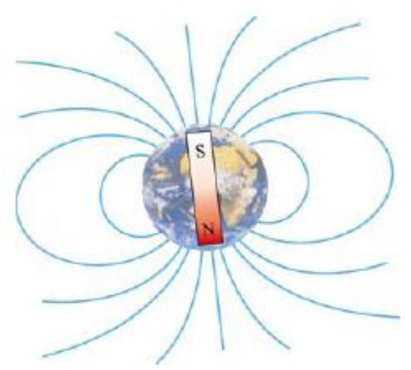
المغناطيس الكهربي عبارة عن ملف سلكي يلف عادة على قلب من الحديد المطاوع أو الصلب. عندما يمر التيار الكهربي خلال الملف يتولد مجال مغناطيسي، الشكل 420. يقدم قلب الملف مسارا سهلا لخطوط القوى المغناطيسية وبالتالي يتم تركيز خطوط المجال في القلب.



الشكل 420 تركيب المغناطيس الكهربي.

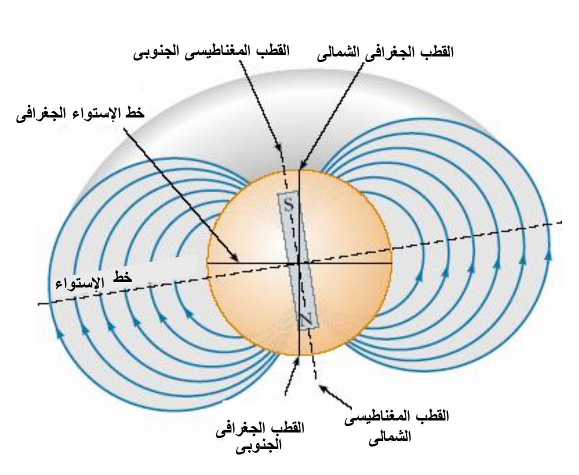
مغناطيسية أرضية EARTH MAGNETISM

تظهر الكرة الأرضية مجال مغناطيسي يظهر في كل بقعة على سطح الأرض، بالشكل الذي يمكن تخيل أن المغناطيسية الأرضية ناتجة عن مغناطيس عملاق موضوع القطب الشمال والقطب الجنوبي (أي موازي اتجاه الشمال الجغرافي، مع انحراف صغير إلى الغرب)، الشكل 421.



الشكل 421: المجال المغناطيسي للأرض.

يكون المغنـاطيس الأرض بحيث يكون قطبه الجنوبي عنـد القطب الشــمـالي الجغرافي والقطـب الشــمالي عند الجنوب الجغرافي ويكون شـكل المجال المغناطيسـي على سـطح الأرض كما هو مبين بالشكل 422.



الشكل 422: اتجاه المجال المغناطيسي الأرضي.

مغناطيسية متبقية (متخلفة) REMENANT MAGNETISM

أنظر تخلفيه.

مغنيط بوهر BOHR MAGNETON

مغنيط بوهر هو أقل قيمة للعزم المغناطيسـي للإلكترون ويســاوى $\mu_B = eh/4\pi m$ ، وبالتعويض عن القيم نجد أنه يساوى 9.27×10^{-24} Joul/Tesla.

مفاضل DIFFERENTIATOR

تحاكي دائرة المفاضل الإلكتروني عملية التفاضل الرياضي التي هي عبارة عن تعيين المعدل اللحظي لتغير الدالة، ويمكن تعريف المفاضل بأنه الدائرة التي تولد خرجا يتناسب مع معدل التغير اللحظي لدالة الدخل.

مفاعل مولد BREEDER REACTOR

هو مفاعل نووي يقوم بتحويل المواد غير قابلة للانشطار إلى مواد قابلة للانشطار أثناء توليد الطاقة.

مفاعل نووي NUCLEAR REACTOR

هو عبارة عن النظام الذي يستخدم الانشطار النووي لتوليد الكهرباء.

مفاعلة حثية COIL REACTANCE

المفاعلة الحثية هي قيمة ما يظهره الملف الحثى من مقاومة للتيار المتردد. يتناسب مقدار المفاعلة الحثية طردياً مع كل من الحث الذاتي للملف والتردد تناسب طردى طبقا للمعادلة، $X_L = 2\pi fL$ ، حيث f هو التردد و L هو الحث الذاتي للملف.

مفاعلة سعوية CAPASITOR REACTANCE

المفاعلة السعوية هي قيمة ما يظهره المكثف من مقاومة للتيار المتردد. يتناسب مقدار المفاعلة السعوية عكسياً مع كل من سعة المكثف والتردد طبقا للمعادلة، $X_C = 1/2\pi fC$ ، حيث f هو التردد و C هو سعة المكثف.

مفتاح إرسال واستقبال DUPLEXER

مفتاح الإرسال والاستقبال هو مفتاح يعمل ما بين إشارتي الإرسال والاستقبال الرادارية لاستخدام هوائي الإرسال والاستقبال.

مفتاح رمية واحدة SINGLE THROW SWITCH

مفتاح اللامية الواحدة هو مفتاح يحتوي فقط على مجموعة واحدة من نقط الاتصـال التي يمكن إن تكون مفتوحة أو مغلقة.

مفتاح مفصلي TOGGLE SWITCH

المفتاح المفصلي هو مفتاح محمل بزنبرك يكون موضوع في أحد وضعين، إما في وضع التشغيل أو في وضع الإطفاء.

مفتاح منضبط سليكونى SILICON-CONTROLLED SWITCH, SCS

المفتاح المنضبط السليكوني (SCS) يشبه المقوم المنضبط السليكوني (SCR) في التركيب لكن يوجد في المفتاح SCS أطراف لبوابتين هما بوابة المهبط وبوابة المصعد. يمكن تشغيل أو إطفاء الـ SCSعن طريق أي بوابة من البوابتين. تذكر أنه يمكن تشغيل مفتاح الـ SCR عن طريق طرف البوابة فقط. من الطبيعي أن تتوافر أجهزة الـ SCS بمعدلات أقل قدرة من معدلات القدرة في أجهزة SCR. في المفتاح السليكون المنضبط تستخدم إحدى البوابتين في قدح الجهاز للتشغيل والأخرى تستخدم في قدح الجهاز للإطفاء.

مفردة SINGULARITY

في علم الرياضيات يشير هذا المصطلح إلى مكان عدم اتصال الدالة. في علم الفلك، في أغلب الأحيان، يستعمل هذا المصطلح للإشارة إلى مركز الثقب الأسود، حيث يكون انحناء الزامكان قيمة عظمى. عند المفردة، يتباعد المد الحذبي، ويمكن نظرياً أن ينجو أي جسم من ضرب المفردة. نظرياً فإن المفردة هي الشرط عندما لا تعطى المعادلات قيمة صحيحة، ويمكن تجنبها أحيانا باستعمال نظام إحداثيات مختلف.

مفهوم النقطة DOT CONVENTION

مفهوم النقطة مصطلح قياسي يستخدم مع رموز المحول الكهربي لبيان عما إذا كان الجهد الثانوي في نفس الطور أو خارج الطور مع الجهد الابتدائي.

مقابل الدرجة ARC DEGREE

تسمى أيضاً "قوس درجة". مقابل الدرجة مصطلح يستخدم في مجال الفلك للتعبير عن وحدة نظام القياس الزاوي لقياس المسافات الفلكية وفى هذا النظام يتم تقسيم محيط الكرة الكبيرة للمدار بالكامل إلى 360 درجة (أي أن القوس الذى يقابل الدرجة يساوى $2\pi r/360$) وبالتالي $2\pi\ radians = 360^{\circ}$ الأمر الذى معه يمكن ترجمة أي قوس من المدار المحيط إلى زاوية معينة حيث $1 radian \approx 57.3^{\circ}$. تكون وحدة قياس المسافة هي مقابل (قوس) الدرجة ومشتقاتها (مقابل الدقيقة، ومقابل الثانية).

يمكن تحويل القياس الزاوي لمدار الأرض حول الشمس إلى زمن وبالتالي يمكن بواسطة هذا التحويل معرفة فروق الزمن على سطح الأرض. يبين الجدول 5 هذا التحويل.

الجدول 5 تحويل القياس الزاوي إلى زمن.

$360^{\circ} = 24^{h}$	
$1^{\circ} = 4^{m}$	$1^{h} = 15^{\circ}$
$1' = 4^{s}$	$1^{m} = 15'$
$1'' = (1/15)^{s}$	$1^{s} = 15''$

مقارن COMPARATOR

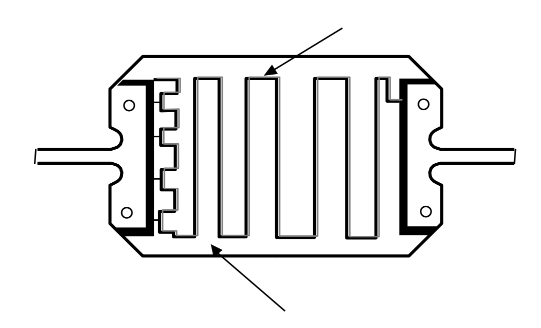
المقارن هو دائرة مكبر تقوم بمقارنة جهود دخلين وتنتج خرجا في إحدى الحالتين (العليا أو السفلى) مبينة علاقة أي الدخلين يكون أكبر أو أصغر.

مقارن النافذة WINDOW COMPARATOR

مقارن النافذة هو دائرة تتكون من مقارنين مكبر عمليات متصلين بشكل معين. تقوم هذه الدائرة بالكشف عندما يكون جهد الدخل واقع بين حدين أحدهما هو القيمة العليا للجهد والحد الآخر هو القيمة السفلي وبذلك تُسمّى هذه الدائرة بالنافذة.

مقاوم الغشاء المعدني METAL FILM RESISTOR

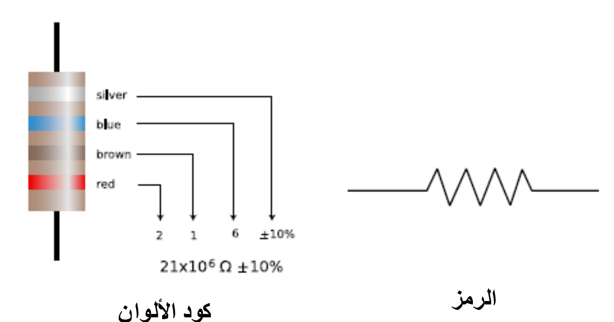
مقاوم الغشاء المعدني هي عبارة عن مقاومة تتكون من شريحة زجاجية مرسب عليها طبقة معدنية رقيقة. يتم ضبط أبعاد وطول الطبقة المعدنية لتعطى قيمة المقاومة المطلوبة. كما هو مبين بالشكل 423.



الشكل 423: مخطط مقاوم الغشاء المعدني.

مقاومة RESISTANCE

المقاومة هي عنصر كهربي يستخدم في الدوائر الكهربية والإلكترونية لعمل إعاقة للتيار. يوجد نوعان من المقاومات: 1- مقاومات خطية وفيها يتناسب التيار المار فيها مع فرق الجهد المطبق بين طرفيها ويقال لها بالمقاومات الأومية، أي التي تتبع قانون أوم. 2- مقاومات (عناصر) غير خطية وهي تسبب تعطيل للتيار بسبب المفاعلة التي تظهرها عند مرور التيار المتردد فيها، ومنها الملف والمكثف. لا تتبع هذه العناصر قانون أوم حيث تعتمد قيمة مقاومتها على التردد. يبين الشكل 424 رمز المقاومة الأومية وشفرة الألوان عليها التي تحدد قيمتها بالأوم. أنظر كود الألوان.



الشكل 424: رمز المقاومة الأومية وشفرة الألوان عليها التي تحدد قيمتها بالأوم.

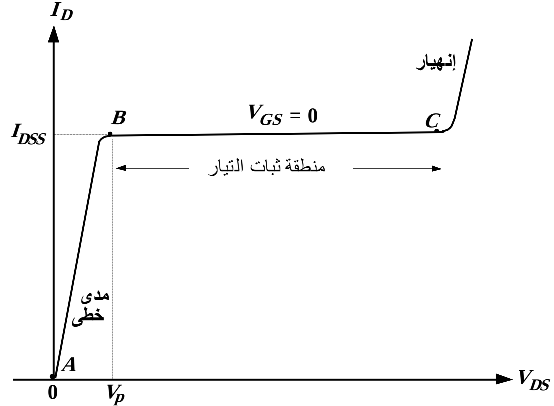
يبين الشـكل **425** أشـكال مختلفة لهذه المقاومات فمنها المقاومات الثابتة ومنها المقاومات المتغيرة القيمة. كذلك توجد مقاومات كربونية وأخرى معدنية.



الشكل **425**: أشكال مختلفة من المقاومات.

مقاومة القناة (من المنبع إلى المصب) DRAIN-TO-SOURCE RESISTANCE

في ترانزسـتور تأثير المجال، تعرف مقاومة القناة بأنها المقاومة من المصـب إلي الباعث. بالرجوع إلى المنحني المميز للمصب (الشكل **426**) نجد أنه عند قيم جهد المصب الأعلى من قيمة جهد التلاقي فإن تيار المصب يظل ثابتاً تقريباً علي مدي معين من V_{DS} ولذلك فإن تغيراً كبير في V_{DS} ينتج تغيراً صـغيراً جداً في قيمة I_P . تعتبر النسـبة بين هذين التغيرين هي عبارة عن المقاومة بين المصـب والمنبع، r_{ds}.



الشكل **426**: المنحنى المميز للمصب عند $V_{GS} = 0\text{V}$ ويظهر علية الجهد V_p.

مقاومة الهبوط DROPPING RESISTOR

هي المقاومة التي يتم اختيار قيمتها في الدائرة لتصنع هبوط معين للجهد بين طرفيها.

مقاومة الهواء AIR RESISTANCE

هي المقاومة التي يلاقيها الجسم بسبب وجودة في الجو. فعلى سبيل المثال يستمر القمر الصناعي في مداره بشكل غير محدد فقط شريطة أن كامل المدار لا يدخل أبداً في مناطق تكون فيها مقاومة الهواء ملموسة.

مقاومة تحديد التيار CURRENT LIMITING RESISTOR

هي مقاومة توضع في مسار تدفق التيار للتحكم في كمية التيار المخصص للجهاز.

مقاومة حرارية THERMISTOR

المقاومة الحرارية هي مقاومة حساسة للحرارة وتتغير قيمتها بشكل ملموس مع تغير درجة الحرارة. يوجد نوعين من المقاومات الحرارية هما المقاومة سالبة المعمل الحراري والمقاومة موجبة المعامل الحراري. في المقاومة السالبة المعامل الحراري تزداد قيمة المقاومة مع انخفاض درجة الحرارة وتقل بانخفاضها (أي تتناسب المقاومة عكسيا مع درجة الحرارة). أمّا في المقاومة موجبة المعامل الحراري تتناسب المقاومة طرديا مع درجة الحرارة على عكس النوع الأول. تستخدم المقاومات الحرارية كمتحسسات حرارية في الدوائر الإلكترونية وكحماية ضد التحميل الزائد في المحركات الكهربية.

مقاومة سالبة NEGATIVE RESISTANCE

المقاومة السالبة هي المقاومة التي يتزايد التيار المار خلالها عند تناقص هبوط الجهد عليها والعكس صحيح.

مقاومة موجبة POSITIVE RESISTANCE

المقاومة الموحبة هي المقاومة التي يتزايد التيار المار خلالها عند تزايد هبوط الجهد عليها والعكس صحيح.

مقذوفات PROJECTILES

المقذوفات هي أجســام متحركة أعطيت فقط ســرعة ابتدائية وبعد ذلك تتحرك تحت تأثير قوة الجاذبية.

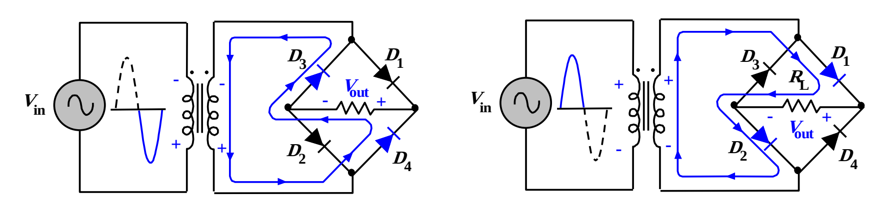
مقوم RECTIFIER

المقوم هو دائرة إلكترونية تقوم بتحويل التيار المتردد إلى تيار مســتمر نابض، وهو أحد مكونات مصدر القدرة. يوجد نماذج عدة من المقومات منها المقوم النصف موجي ومقوم الموجة الكاملة.

مقوم القنطرة BRIDGE RECTIFIER

مقوم القنطرة هو نوع من مقومات الموجة الكاملة وفيه تستخدم أربع دايودات متصلة على مقوم الموجة الكاملة.

مقوم الموجة الكاملة هو دائرة تقوم بتحويل جهد دخل جيبي متردد إلى جهد مستمر نابض (يحتوي على النصــفين النابضــين لموجة الدخل ولكن في نفس الاتجاه). توجد أكثر من دائرة تســتخدم في تقويم الموجة الكاملة منها دائرة تحتوي على دايود ين وأخرى تســتخدم أربع دايودات على هيئة قنطرة. يوضح الشكل **427** نظام عمل هذه الدائرة.



أ- أثناء نصف دورة الدخل الموجبة يكون كل من D_1 وD_2 منحاز أمامي وكل من D_3 D_4 منحاز عكسي

ب- أثناء نصف دورة الدخل الموجبة يكون كل من D_3 وD_4 منحاز أمامي وكل من D_1 و D_2 منحاز عكسي

الشكل 427: عمل مقوم القنطرة.

مقوم ذو مأخذ مركزي CENTER-TAPPED RECTIFIER

المقوم ذو المأخذ المركزي هو نوع من مقومات الموجة الكاملة فيه يتم اســتخدام محول ذو مأخذ مركزي وزوج من الدايودات.

مقوم منضبط سليكوني SILICON-CONTROLLED RECTIFIER

المقوم المنضبط السليكوني (SCR) هو نوع من أجهزة الأربع طبقات(npnp) مثل دايود شوكلى عدا أن له ثلاث أطراف هي المصعد والمهبط والبوابة. كما في حالة دايود شوكلى فإن لجهاز SCR حالتي تشغيل ممكنة. في حالة الإطفاء يعمل المقوم كنقطة انفصال بين المصعد والمهبط. في الحقيقة يكون له مقاومة كبيرة جداً، أما في حالة التشغيل يعمل لـ SCR كحالة قصر مثالية بين المصعد والمهبط. في الحقيقة توجد مقاومة أمامية (صغيرة). يستخدم جهاز SCR في العديد من التطبيقات مثل المحركات ودوائر تأخير الوقت وفي منظم السخانات وفى منظمات الطور وبعض الأجهزة الأخرى.

مقوم منضبط سليكونى منشط ضوئيا LIGHT-ACTIVATED SILICON CONTROLLED RECTIFIER

يعمل المقوم المنضبط السليكونى المنشط ضوئيا (LASCR) في الأساس مثل مقوم SCR المعتاد ماعدا أنه يمكن تنشيطه ضوئياً. لمعظم مقومات LASCR يتاح طرف للبوابة حتى يتسنى قدح الجهاز بواسطة نبضة كهربية تماماً مثل مقوم SCR . تكون أقصى حساسية للضوء لهذا المقوم عندما تكون البوابة مفتوحة. يمكن (عند الضرورة) استخدام مقاومة بين البوابة والمهبط لتخفيض حساسية هذا الجهاز.

مقوم نصف الموجي HALF-WAVE RECTIFIER

المقوم نصف الموجي هو الدائرة التي تقوم بتحويل جهد دخل جيبي متردد إلى جهد مستمر نابض يحتوى على أحد النصفين النابضين لموجة الدخل. يبين الشكل 428 دائرة بسيطة لمقوم نصف الموجي.



الشكل 428: دائرة مقوم نصف موجي.

مقياس التيار AMMETER

هو أداة تستخدم في قياس شدة التيار بوحدات الأمبير ومشتقاته. يتميز المقياس بأن مقاومته الداخلية صغيرة جداً ويمكن إهمالها، لذلك يتم توصيله على التوالي في الدائرة. يتوفر تجاريا العديد من أجهزة قياس التيار ذات تدريج لمستمر تدريج متردد ومنها التناظري ومنها الرقمي.

مقياس الجهد POTENTIOMETER

هو الجهاز الذي يستخدم في قياس فرق بوحدات الفولت ومشتقاته. يتميز المقياس بأن مقاومته الداخلية كبيرة جداً ولا يمكن إهمالها، لذلك يتم توصيله على التوازي في الدائرة. يتوفر تجاريا العديد من أجهزة قياس فرق الجهد ذات تدريج لمستمر تدريج متردد ومنها التناظري ومنها الرقمي.

مقياس الحيود DIFFRACTMETER

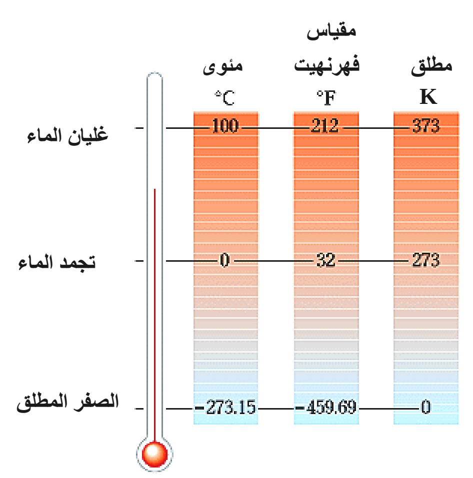
هو الجهاز الذي يمكن بواسطة قياس حيود الأشعة المختلفة خلال المادة. فعلى سبيل المثال يتكون مقياس حيود الأشعة السينية من مصدر للأشعة، مجمع، منضدة لتثبيت العينة وكاشف دوار على تدريج زاوى، ومقرئه للخرج أو مسجل.

مقياس اللزوجة VISCOMETER

يمكن تعيين لزوجة سائل بقياس الزمن اللازم لكمية معينة من السائل للهروب من نهاية أنبوبة طويلة ذات نصف قطر صغير، أو باستخدام جهاز يسمى مقياس اللزوجة. يتركب مقياس اللزوجة من أسطوانة طويلة مثبتة داخل أسطوانة أخرى ومصممة بحيث تدور حول محور الأنبوبة الخارجية. يوضع بين الإسطوانتين السائل المراد قياس معامل لزوجته. يتم إدارة الأسطوانة الداخلية حتى تصل إلى سرعة منتظمة وذلك بواسطة عند السماح لثقل مثبت حول محور الأسطوانة الداخلية بالسقوط رأسياً وعندما تدور الأسطوانة الخارجية بشكل منتظم يمكن حساب اللزوجة.

مقياس حرارى/محرار THERMOMETER

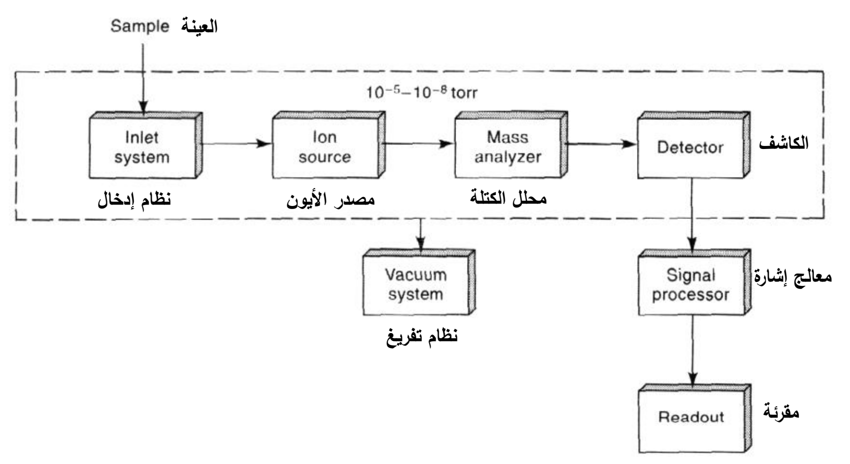
تنبى فكرة عمل مقياس الحرارة على استخدام خاصية فيزيائية لمادة تتغير بانتظام مع درجة الحرارة، كما يحدث مع حجم من الزئبق. تختلف المقاييس باختلاف الخاصية التي تقيس درجة الحرارة وأبسط هذه المقاييس هو الترمومتر الزئبقي الذي يتكون من مستودع يحتوي على كمية ثابتة من الزئبق متصل بأنبوبة شعرية مدرجة يرتفع فيها الزئبق عند تمدده. تم عمل العديد من مقاييس الحرارة فمنها المقياس المئوي والمقياس الفهرنهيتى ومقياس درجة الحرارة المطلقة (الكلفن). يبين الشكل 428 العلاقة بين المقاييس المختلفة. أنظر المحرار.



الشكل 428 تركيب المحرار والمقاييس المختلفة.

مقياس طيف الكتلة MASS SPECTROMETER

هو مقياس يستخدم في قياس كتلة الذرات والجزيئات. يتم الحصول طيف الكتلة عن طريق تحويل مكونات العينة إلى أيونات غازية تتحرك بسرعة ويتم فصلها طبقاً لنسب الكتلة إلى الشحنة. إن مطيافية الكتلة ربما تكون الأداة الأكثر تطبيقاً بين كل أدوات التحليل المتوفر لدى العلماء، بمعنى أن هذه التقنية تكون قادرة على إعطاء معلومات عن: 1- التركيب الوصفي والكمي للمواد المحللة العضوية وغير العضوية في المتراكبات المعقدة، 2- التركيب البنائي لقطاع كبير من أصناف الجزيئات المعقدة، 3- النسب النظائرية للذرات في العينة، و 4- التركيب البنائي والكيميائي لأسطح الجسم الصلب. يبين الشكل 429 مخطط لمكونات مقياس طيف الكتلة. أنظر مطياف الكتلة.



الشكل 429 مخطط لمكونات مقياس طيف الكتلة.

مقياس طيف للتصوير بأشعة جاما (GRIS)

هو آلة محمولة على منطاد تستعمل كاشفات جرمانيوم للكشف عن إشعاع جاما بدرجة وضوح عالية.

مقياس كمية الحرارة CALORIMETERS

مقياس كمية الحرارة هي مجموعة من التقنيات التي يتم فيها قياس خاصية فيزيائية للمادة و/أو نواتج تفاعلها كدالة في درجة الحرارة إثناء إخضاع المادة لبرنامج حراري محكوم بدرجة الحرارة. توجد عدة طرق حرارية تختلف في الخواص المقاسة وفى برامج درجة الحرارة. تشمل هذه الطرق كل من مقياسية الجاذبية الحرارية (TG)، التحليل الحراري التفاضلى (DTA)، ومقياسية الحرارة بالمسح التفاضلى (DSC).

مقياس متعدد MULTIMETER

المقياس المتعدد هو أداة فحص إلكترونية تستطيع أداء مهام متعددة مثل قياس جهد أو تيار أو مقاومة. تتوفر هذه الأجهزة تجارياً بأشكال عدة (تناظرية ورقمية). في المقاييس الرقمية، بالإضافة إلى قياس الجهد والتيار والمقاومة توجد إمكانية قياس كل من سعة مكثف والحث الذاتي لملف وأيضا، كسب التيار للترانزستور و/أو أي شيء أخر يمكن قياسه بطريقة إلكترونية.

مقيد بالجذب GRAVITATIONALLY BOUND

يصف هذا المصطلح الأجسام المحمولة في مدارات حول بعضهم البعض بفعل جاذبيتهم لبعضهم البعض. فعلى سبيل المثال، تكون الأقمار الصناعية في المدار حول الأرض مقيد بشكل جذبي نحو الأرض ولا تستطيع الهروب من جاذبية الأرض.

مكامل INTEGRATOR

المكامل هو حد دوائر مكبر العمليات يمكنها محاكاة عملية التكامل الرياضية التي هي عبارة عن عملية جمع أساساً لتعين المساحة الكلّية تحت منحنى الدالة، وعليه فإن المكامل هو دائرة تولد خرجاً يساوى تقريباً المساحة تحت منحنى دالة الدخل.

مكبر AMPLIFIER

المكبر هو دائرة إلكترونية لها المقدرة على تكبير القدرة أو الجهد، أو التيار. يوجد العديد من المكبرات كل يعتمد على منها على شكل الدائرة والوظيفة التي تقوم بها.

مكبر الأدوات INSTRUMENTATION AMPLIFIER

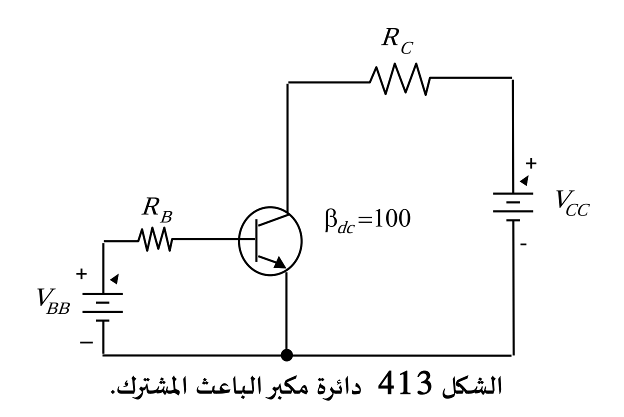
يتكون مكبر الأدوات من ثلاث مكبرات عمليات والعديد من المقاومات. يوفر صناع الدوائر المتكاملة مثلَ هذا التكوين معبأ في شريحة واحدة مغلفة كجهاز منفصل. الخصائص الشائعة لمكبرات الأدوات هي معاوقة الدخل العالية (300 mW~) وكسب الجهد العالي، والنسبة الممتازة لرفض النمط المشترك (CMRR > 100 dB). تستخدم مكبرات الأدوات بشكل شائع في أنظمة الحصول على البيانات عند الحاجة إلى استشعار متغيرات الدخل عن بعد. (يطلق على مكبر الأدوات أحيانا مكبر الوسائل والثابت انه عبارة عن مكبر عمليات معقد ويعتبر أداة أو وسيلة للقيام بوظيفة معينة، وللخروج من قفص اللغة سوف نكتفي بالمصطلح المستخدم)

مكبر الإشارة الضعيفة SMALL SIGNAL AMPLIFIER

يشير مصطلح الإشارة الضعيفة إلى أن الإشارة صغيرة نسبياً من تلك التي تستخدم في مكبر العمليات بالإضافة إلى أن الإشارة في هذه الحالة تستخدم جزء صغير من خط الحمل.

مكبر الباعث المشترك COMMON-EMITTER AMPLIFIER

مكبر الباعث المشترك هو شكل من أشكال مكبر ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية وفيه يتصل الباعث إلى الطرف الأرضي العام. أنظر الشكل 413.



الشكل 413 دائرة مكبر الباعث المشترك.

مكبر البوابة المشتركة COMMON-GATE AMPLIFIER

مكبر البوابة المشتركة هو شكل من أشكال مكبر ترانزستور تأثير المجال وفيها تتصل البوابة إلى الطرف الأرضي العام.

مكبر التردد المتوسط INTERMEDIATE FREQUENCY AMPLIFIER

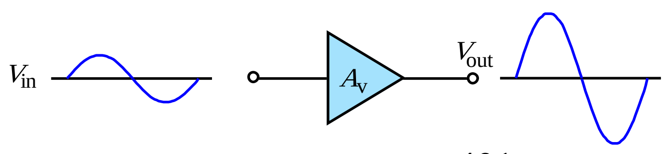
مكبر التردد المتوسط هو مكبر يقوم بتكبير الإشارة ذات الترددات في المدى المتوسط.

مكبر الدفع -الجذب PUSH-PULL AMPLIFIER

مكبر الدفع -الجذب هو مكبر من الرتبة - ب ويتكون من ترانزستورين وفيه يقوم أحد الترانزستورات بالتوصيل خلال نصف دورة ويقوم الترانزستور الأخر بالتوصيل خلال النصف الثاني.

مكبر الرتبة – أ CLASS A AMPLIFIER

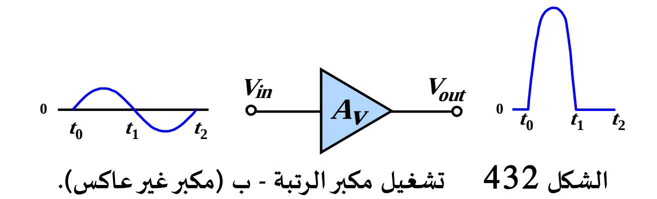
يبين الشكل 431 عمل مكبر الرتبة – أ، حيث تكون موجة الخرج عبارة عن نسخة مكبرة لموجة الدخل وربما تكون في الطور نفسه أو خارج الطور بمقدار 180o مع الدخل.



الشكل 431: تشغيل مكبر الرتبة - أ (مكبر عاكس).

مكبر الرتبة – ب CLASS B AMPLIFIER

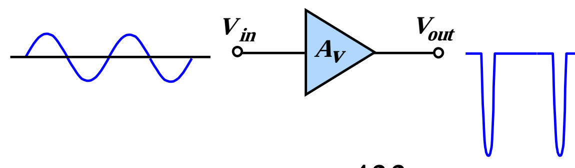
عندما ينحاز المكبر بالشـكل الذي يجعله يعمل في المدى الخطي خلال °180 من دورة الدخل ويكون مطفأ لمدة °180 أخرى، يقال أن المكبر هو مكبر من الرتبة - ب، كما هو موضح بالشكل **432**. الميزة الأولى لمكبر الرتبة - ب التي يمتاز بها عن الرتبة - أ هي أن الرتبة - ب أكثر كفاءة لقدرة الدخل نفسـها. عيب مكبر الرتبة - ب هو صعوبة تنفيذ الدائرة من أجل إعادة الإنتاج الخطي لشكل موجة الدخل.



الشكل 432 تشغيل مكبر الرتبة - ب (مكبر غير عاكس).

مكبر الرتبة – ج CLASS C AMPLIFIER

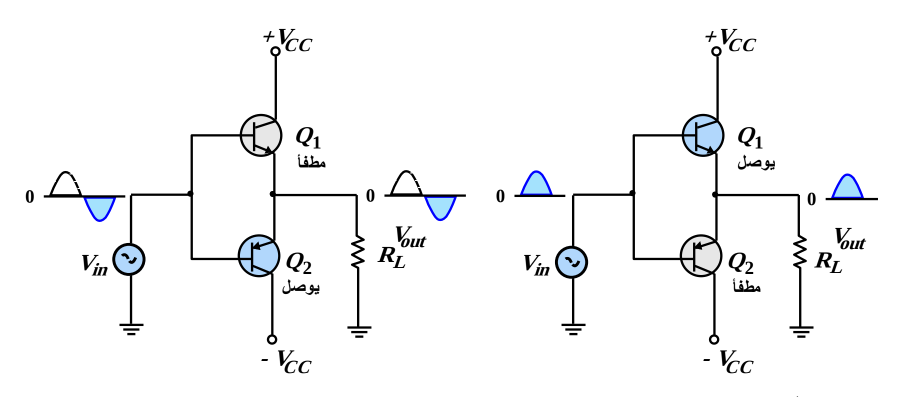
تنحاز مكبرات الرتبة – ج بالشـكل الذي يجعلها تقوم بالتوصـيل خلال أقل من °180 من دورة الدخل. يوضح الشـكل **433** تشغيل المكبر من الرتبة – ج. يعتبر مكبر الرتبة - ج أكثر كفاءة من مكبر الرتبة - أ، أو من مكبر الرتبة - ب، مما يعني الحصـول على قدرة أكبر للخرج عند اسـتخدام الرتبة - ج. بسـبب التشـوه المتكرر لموجة الخرج فإن تطبيقات مكبرات الرتبة - ج تقيد اسـتخدامها كمكبرات متناغمة (للتوليف **tuning**) عند تردد الـ**RF** .



الشكل 433: تشغيل مكبر الرتبة - ج.

مكبر الزوج التكميلي COMPLEMENTARY PAIR

مكبر الزوج التكميلي عبارة عن مكبر يتكون من زوج من الترانزستورات أحدهما npn و الأخر pnp لهما مميزات متوافقة. يقوم كل ترانزستور بالتوصيل خلال نصف دورة من الإشارة بالتبادل. يسمى مكبر الدفع -الجذب من الصنف – ب المتكون من زوج ترانزستورات تابع -الجهد والمبين في الشكل 434 بمكبر تكميلي.



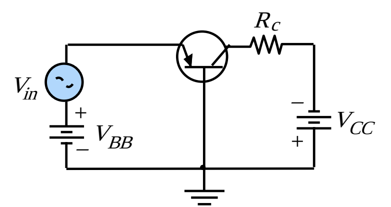
الشكل 434: تشغيل مكبر دفع – جذب من الرتبة - ب (مكبر زوج تكميلي) .

مكبر الفرق DIFFERENCE AMPLIFIER

لمكبر الفرق مدخلين ويتناسب جهد خرجه مع الفرق بين جهود مدخليه. يستخدم هذا المكبر في الدوائر التكاملية الخطية والرقمية ويعتبر من المكونات الأساسية لمكبر العمليات. للمزيد من المعلومات أنظر المكبر التفاضلي.

مكبر القاعدة المشتركة COMMON-BASE AMPLIFIER

مكبر القاعدة المشتركة هو شكل من أشكال مكبر ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية وفيها تتصل القاعدة إلى الطرف الأرضي العام، كما هو مبين بالشكل 435.



الشكل 435: دائرة مكبر القاعدة المشتركة.

يعتبر مكبر القاعدة المشتركة (CB) أقل الأشكال الأساسية الثلاثة للترانزستور استخداما. يعطي هذا النوع من المكبرات كسب جهد عالياً ولا يعطي كسبا في التيار. وحيث أن مكبر CB يتمتع بمقاومة دخل صغيرة فإنه يعتبر أنسب نماذج المكبرات في تطبيقات التردد العالي حيث تتميز المصادر في هذه التطبيقات بمقاومة خرج صغيرة جداً.

مكبر المتوسط الحسابي AVERAGING AMPLIFIER

مكبر المتوسط الحسابي هو مكبر عمليات ينتج متوسط حسابي لجهود الدخل.

مكبر المجمع المشترك COMMON COLLECTOR AMPLIFIER

مكبر المجمع المشترك هو شكل من أشكال مكبر ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية وفيه يتصل المجمع إلى الطرف الأرضي العام. يشار غالباً لمكبر المجمع المشترك (CC) بمكبر تابع الباعث. يتم تطبيق الدخل على القاعدة من خلال مكثف ربط ويؤخذ الخرج من على الباعث كما لا توجد مقاومة المجمع. يكون كسب الجهد في مكبر المجمع المشترك مساويا واحد تقريباً وتعتبر مقاومة دخله العالية هي ميزاته الرئيسية. بسبب أن الكسب يساوي 1 فإن جهد الخرج يتبع تماما جهد الدخل ولذا جاءت تسمية تابع الباعث.

مكبر المصب المشترك Common drain amplifier

مكبر المصب المشترك هو شكل من أشكال مكبر ترانزستور تأثير المجال وفيه يتصل المصب إلى الطرف الأرضي العام.

مكبر المضيف (الجمع) SUMMING AMPLIFIER

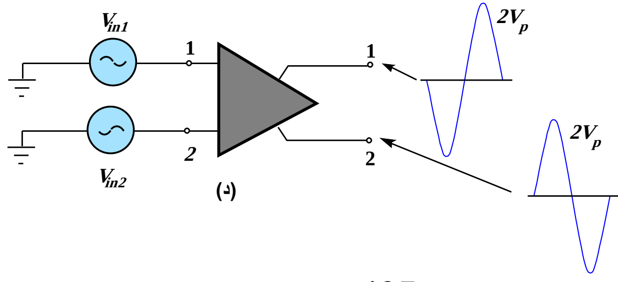
للمكبر المضيف مدخلين أو أكثر ويتناسب جهد خرجه مع المجموع الجبري السالب لجهود دخله.

مكبر المنبع المشترك COMMON SOURCE AMPLIFIER

مكبر المنبع المشترك هو شكل من أشكال مكبر ترانزستور تأثير المجال وفيه يتصل المنبع إلى الطرف الأرضي العام.

مكبر تفاضلي DIFFERENTIAL AMPLIFIER

يستخدم المكبر التفاضلي بشكل طبيعي في مرحلة دخل مكبر العمليات. يحتوي هذا المكبر على دخلين أحدهما عاكس والأخر غير عاكس وكذلك خرجين أحدهما عاكس والآخر غير عاكس. يظهر جهد الدخل التفاضلي بين الدخل العاكس والدخل غير العاكس في المكبر التفاضلي، بينما يظهر جهد الدخل أحادي النهاية بين أحد الدخول والأرضي (مع توصيل الدخل الثاني إلى الأرضي). يظهر جهد الخرج التفاضلي بين طرفي خرج المكبر التفاضلي، كما هو مبين في الشكل 436. ويمكن القول بان المكبر التفاضلي هو مكبر يولد جهد يتناسب مع فرق الجهود على مدخليه.



الشكل 437: عمل المكبر التفاضلي.

مكبر تمهيدي PREAMPLIFIER

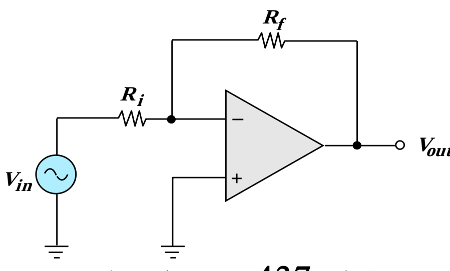
المكبر التمهيدي هو مكبر أولي يقوم بتكبير أولي في مرحلة تكبير تمهيدية تسبق مرحلة مكبر القدرة.

مكبر سمعي AUDIO AMPLIFIER

وظيفة مكبر التردد السمعي (AF) في جهاز الاستقبال هي استلام الإشارة السمعية الصغيرة جداً الخارجة من دائرة الكاشف وتكبيرها إلى مستوى دخل مكبر القدرة للحصول على قدرة سمعية لسماعات الخرج. يعتمد المكبر السمعي على حجم وكفاءة السماعات، فمثلا، بالنسبة للسماعات منخفضة القدرة يمكن أن يكون المكبر السمعي عبارة عن مكبر ترانزستور من الرتبة - أ. لسماعات القدرة الكبيرة والأقل كفاءة فإننا ربما نحتاج إلى مكبر تمهيدي من نوع الدفع - الجذب المتماثل.

مكبر عاكس INVERTING AMPLIFIER

المكبر العاكس هو مكبر عمليات على هيئة مسار مغلق وفيه يتم تطبيق إشـارة الدخل على المقاومة المتصـلة على التوالي مع الدخل العاكس. أيضـا يتم تغذية الخرج عكسـياً (خلال مقاومة تغذية عكسـية) إلى الدخل نفسـه ويتم توصـيل الدخل غير العاكس إلى الأرضـي، كما هو مبين بالشـكل 437. في هذا المكبر تكون إشـارة الخرج في عكس طور إشـارة الدخل.



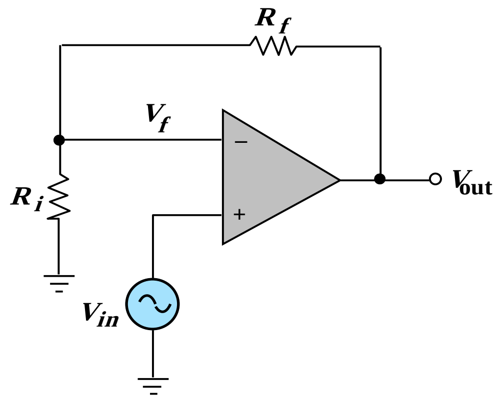
الشكل 437 دائرة مكبر عاكس.

مكبر غير العاكس NONINVERTING AMPLIFIER

يمكن توصـيل مكبر العمليات كمكبر غير عاكس مع مقدار منضـبط لكسـب الجهد، حيث يتم تطبيق إشارة الدخل إلى المدخل غير العاكس كما يتم تطبيق جهد الخرج مرتداً إلى الدخل العاكس من خلال شـبكة تغذية مرتدة تتكون من المقاومات R_i و R_f . تكون المقاومات R_i و R_f مجزئ جهد يخفض جهد الخرج (V_{out}) ويتم توصـيل الجهد المخفض (V_f) إلى الدخل العاكس، كما هو مبين بالشكل 438.

مكبر قدرة POWER AMPLIFIER

مكبرات القدرة هي مكبرات الإشـارة الكبيرة، وهذا يعنى أن المكبر يسـتخدم جزء أكبر بكثير من خط الحمل في عمل الإشـارة منه في حالة مكبر الإشـارة الصـغيرة. توجد ثلاثة أنواع من مكبرات القدرة هي :مكبرات الرتبة - أ والرتبة - ب والرتبة – ج.



الشكل 438: مكبر غير عاكس.

مكبر متعدد المراحل MULTISTAGE AMPLIFIER

يمكن توصيل عدة مكبرات في ترتيب متعاقب بحيث يكون خرج المكبر هو دخل المكبر التالي. يعرف كل مكبر في الترتيب المتعاقب بالمرحلة. ترتبط المراحل معا إما بالربط المباشر أو بالربط السعوي (بواسطة مكثفات ربط) أو بالربط الحثى (بواسطة محولات). والهدف من المراحل المتعددة هو زيادة الكسب الكلي.

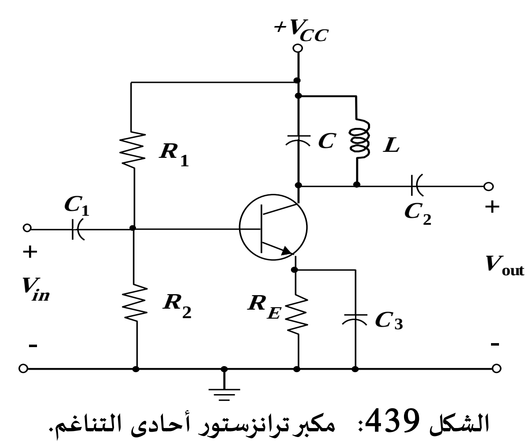
مكبر متناغم أو منتقى للتردد TUNED OR FREQUENCY-SELECTIVE AMPLIFIER

في الكثير من دوائر الاتصال (مثل الراديو والتليفزيون) تكون الحاجة إلى نوع من المكبرات يقوم بتكبير الإشارات في مدى معين من الترددات فقط دون غيرها. يسمى هذا المكبر بالمكبر المتناغم المنتقى للتردد.

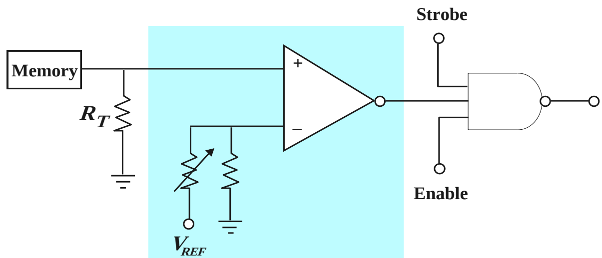
يمكن استخدام الترانزستور الوصلة ثنائي القطبية أو ترانزستور تأثير المجال في ذلك الغرض وذلك عن طريق توصيل دائرة رنين (تناغم) مع المجمع (أو المصب) تكون عبارة عن مكثف وملف متصلين على التوازي معا، كما هو موضح بالشكل 439. يعتمد عرض شريط الترددات المكبر على قيم دائرة الرنين.

مكبرات حساسة SENSE AMPLIFIERS

ترتبط المكبرات الحساسة، عن قرب، بالمكبر المقارن. تكون الإشارات الصادرة من المصادر (مثل محولات الطاقة وذاكرات الحاسوب) عادة ضعيفة جداً ولا تملك سعة كافية لتقود الدوائر الرقمية التالية، لهذا كان من الضروري تكبير وتحويل هذه الإشارة إلى مستويات تتوافق مع النظام الرقمي. تستخدم المكبرات الحساسة للقيام بهذه الوظيفة. يبين الشكل **440** مكبر مقارن يستخدم كمكبر ذكي لرصد والكشف عن مستويات منطقية في الذاكرة.



الشكل 439: مكبر ترانزستور أحادي التناغم.



الشكل 440: مكبر حساس يشعر بالذاكرة ويقود بوابة – و

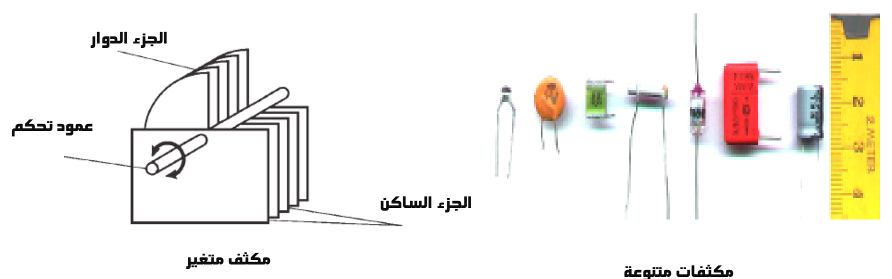
مكبرات غير المتناغمة UNTUNED AMPLIFIERS

المكبرات غير المتناغمة هي الدوائر التي تقوم بتكبير شريط واسع من الترددات (**broadband amplifiers**).

مكثف CAPACITOR

المكثف عبارة عن لوحين موصلين متوازيين يفصلهما عازل كهربي وبذلك فإنّ التيار المستَمَّر لا يمر عبر المكثف. وعند تطبيق فرق جهد مستمر على اللوحين فإنَّه يتَمَّ شحن المكثف وذلك عن طريق تراكم الشحنات على اللوحين بحيث تكون الشحنة على أحد اللوحين موجبة وعلى الأخر شحنة سالبة. تعتَمَّد كمية الشحنة المتراكمة على فرق الجهد وسعة المكثف. تتحدد سعة المكثف بمساحة اللوح والمسافة الفاصلة بين اللوحين وتقاس سعة المكثف بوحدات الفاراد.

عند النظر إلى عملية شحن المكثف نجد أن تيار الشحن لا يتناسب طردياً مع فرق الجهد المتولد ولذلك يقال إنّ المكثف عنصر غير خطي (أي لا يطيع قانون أوم) ولكن يتناسب تيار الشحن مع معدل تغير الجهد الناشئ تناسب طردياً، طبقاً للمعادلة $i(t)=C\dfrac{dv(t)}{dt}$، حيث $i(t)$ و $v(t)$ هما دوال التيار والجهد على وجه الترتيب. يظهر المكثف مفاعله سعوية للتيار المتردد تعطى بالعلاقة، $X_C = 1/2\pi fC$، حيث **f** هو التردد و C هو سعة المكثف بالفاراد. تتوفر المكثفات تجاريا بأشكال وأحجام متنوعة طبقا لسعتها وجهد التشغيل وغرض الاستخدام، فيوجد منها المكثف الألكتروليتى والسيراميكى، كما يتوفر منها المكثفات متغيرة السعة التي تستخدم في دوائر التوليف بأجهزة الاستقبال. يبين الشكل **441** تركيب مكثف متغير السعة.



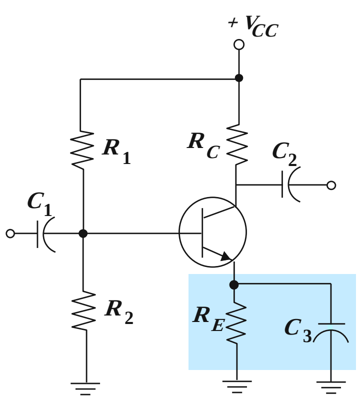
الشكل 441: تركيب مكثف هوائي متغير السعة.

مكثف الإسراع SPEEDUP CAPACITOR

مكثف الإسراع هو مكثف يضاف إلى دائرة القاعدة في دائرة مفتاح ترانزستور الوصلة بهدف تحسين زمن التحول للجهاز.

مكثف التمرير الجانبي BYPASS CAPACITOR

مكثف التمرير الجانبي هو مكثف يتصـل مع مقاومة الباعث على التوازي، كما هو مبين بالشـكل **442**. المكثف C_3 في الشـكل هو مكثف تمرير جـانبي يلتف حول مقـاومة البـاعث. يسـمح هـذا المكثف بتمرير الإشارة المترددة المتكونة على طرف الباعث إلى الأرضي وبذلك يحافظ على الانحياز المستمر للباعث. يزداد كسب الترانزستور عند استخدام مكثف تمرير جانبي للباعث. يسمى هذا المكثف أحيانا بمكثف الالتفاف حول الباعث.



الشكل 442: مكبر يحتوى على مكثف التفاف حول مقاومة الباعث.

مكثف التنتالوم TANTALUM CAPACITOR

مكثف التنتالوم هو مكثف الكتروليتى يكون فيه المصـعد مصـنوع من غشـاء التنتالوم ويتميز هذا المكثف بسعة كبيرة مع حجمه الصغير.

مكثف الربط COUPLING CAPACITOR

مكثف الربط هو مكثف يتصل بين الدوائر المختلفة بهدف الربط بينها. يقوم مكثف الربط بتمرير الإشارة المترددة ويمنع المستمرة. الاستخدام الشائع لمكثفات الربط هو ربط المنبع المتردد مع قاعدة الترانزستور ويسمى مكثف ربط الدخل وأيضا ربط الحمل مع مجمع الترانزستور ويسمى مكثف ربط الخرج، وبذلك تمنع مكثفات الربط هذه مقاومة المنبع ومقاومة الحمل من إحداث تغيير في جهود انحياز القاعدة والمجمع. في الشـكل **442** المكثف C_1 هو مكثف لربط المنبع، في حين يكون C_2 هو مكثف لربط الخرج.

مكثف الكتروليتى ELECTROLYTIC CAPACITOR

المكثف الألكتروليتى هو مكثف يتم فيه استخدام مادة الكتروليتية كعازل بين اللوحين ويتم ترسيب غشاء من أكسيد معدني على اللوح الموجب فقط ويعمل هذا الغشاء الاكسيدى كمادة عزل. يحدث استقطاب في هذا النوع من المكثفات ولذلك يجب أن يوصل المكثف الألكتروليتى في القطبية الصحيحة حتى لا ينهار.

مكثف سيراميكى CERAMIC CAPACITOR

المكثف السيراميكى هو مكثف تكون فيه مادة العزل عبارة عن مادة سيراميكية أو زجاجية.

مكثف ورقى PAPER CAPACITOR

المكثف الورقي هو مكثف ثابت يستخدم ورق مشمع أو مزيت في العزل بين اللوحين.

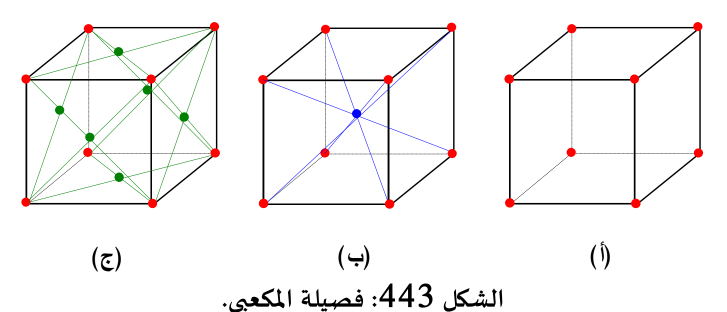
مُكرر REPEATER

المُكرر هو جهاز يرسل الإشارة المستلمة فور استلامها.

مكعبي بسيط SIMPLE CUBIC

هو النوع الرئيسي للنظام البلوري المكعبي. تحقق هذه البلورة الشروط $a=b=c$ و $\alpha=\beta=\gamma$.

يبين الشكل 443 (أ) مخطط لذلك.



الشكل 443: فصيلة المكعبي.

مكعبي متمركز الجسم BODY CENTERED CUB

هو نظام المكعبي الذي يتمركز فيه ذرة عند مركز الجسم بالإضافة إلى الذرات التي تشارك في الرؤوس، كما هو مبين في الشكل 443(ب).

مكعبي متمركز الأوجه FACE CENTERED CUB

هو نظام المكعبي الذي يتمركز فيه ذرة عند مركز كل وجه من أوجه المكعب بالإضـــافة إلى الذرات التي تشارك في الرؤوس، كما هو مبين في الشكل **443**(ج).

مكمأ / مقنن QUANTIZED

صـــفة للمقدار أو الكمية التي لا يمكن تجزئتها إلى الأبد إلى أجزاء أقل، حيث توجد قيمة صـــغرى تسمى الكم، وهذا ما تمليه ميكانيكا الكم على طاقة الإلكترونات في الذرة.

مكون زجاج GLASS FORMER

توجد مواد معينة يمكن أن تكون زجاجً بمفردها بواســـطة التبريد المفاجئ مثل SiO_2 ، B_2O_3 ، P_2O_5 ، V_2O_5 . وغيرها وتســـمى كل من هذه الأكاســـيد بأكســـيد مكون للزجاج. ويشـــير مصـــطلح "مكون" إلى مقدرة الأكسيد على تكوين الهيكل البنائي للمادة أو للشبيكة

ملدن ELASTICIZER

الملدن هو مادة أو وقود مرن تضـاف على وقود الصـلب للدفع الصـاروخي وذلك لمنع تشـرخ حبيبات وقود الدفع وشدها نحو غرفة الاحتراق.

ملزم CLAMPER

الملزم هو الدائرة التي يســتخدم فيها دايود ومكثف لإضـافة مســتوى جهد مســتمر إلى آخر متردد. أحيانا، تسمى هذه الدائرة بمسترجع التيار المستمر (**dc restorer**).

ملف ابتدائي PRIMARY COIL

هو ملف المحول الكهربي الذي يتصل بمنبع القدرة. أنظر المحول الكهربي.

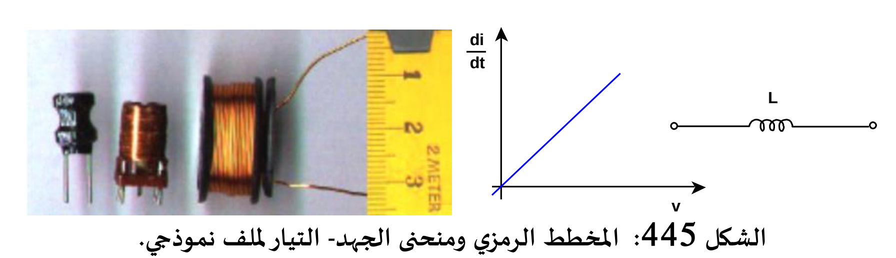
ملف ثانوي SECONDARY COIL

هو ملف المحول الكهربي الذي يتصل بمقاومة الحمل الكهربي. أنظر المحول الكهربي.

ملف حثى THE INDUCTION COIL

يتكون الملف الحثى من سـلك ملفوف حول قالب مناسـب، انظر الشـكل **445**. عند مرور تيار في الملف تتولد داخله قوة دافعة كهربية تأثيرية تعمل على معاكسـة (مقاومة) نمو التيار وإذا كان العكس فالعكس صحيح. في الملف الحثى نجد أن القوة الدافعة المتولدة لا تتناسـب مع التيار المار طرديا بل مع معدل تغيره. يعرف الحث الذاتي للملف (بوحدات الهنرى) بأنه النسبة بين فرق الجهد المتولد بين طرفي الملف (بوحدات الفولت) إلى معدل تغير التيار المار (بوحدات الأمبير/ثانية).

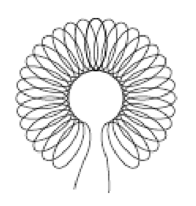
يعتمد الحث الذاتي للملف على أبعاده وعدد لفاته طبقا للعلاقة، $L = \frac{\mu N^2 A}{l}$ حيث μ نفاذية الوسط، N عدد لفات الملف، A مساحة مقطع الملف و L طول الملف. يقال إنّ الملف حقيقي أو نقى إذا لم يظهر مقاومة أومية بل حث ذاتي فقط أما إذا اظهر مقاومة أوميه فيقال إنَّه ملف صدمة أو ملف خانق **(shoke coil)**.



الشكل **445**: المخطط الرمزي ومنحنى الجهد- التيار لملف نموذجي.

ملف حلقي TOROIDAL COIL

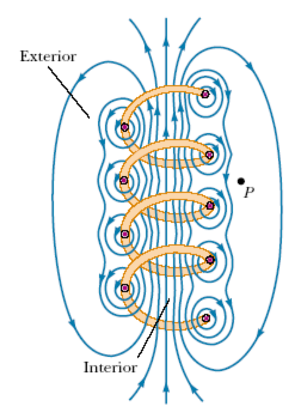
الملف الحلقي هو الملف الملفوف على قلب على هيئة كعكة. أنظر الشكل **446**.



الشكل **446**: شكل الملف الحلقي

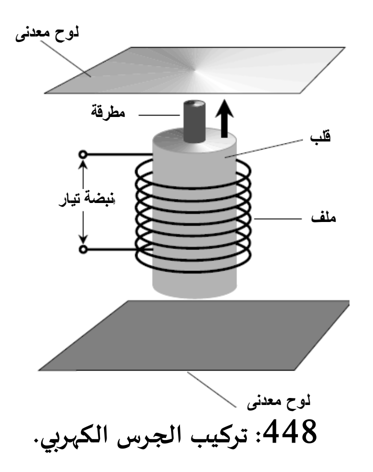
ملف لولبي SOLENOID

الملف اللولبي هو ملف هوائي القلب. في بعض التطبيقات التي تتطلب توليد مجال كهربي بشـكل معين. يبين الشكل **447** المجال الكهربي المتولد بواسطة مرور تيار كهربي في ملف لولبي.



الشكل 447: المجال الكهربي المتولد بواسطة ملف لولبي.

التطبيق المشهور لهذا النوع من الملفات هو في الجرس الكهربي، الشكل **448**. في هذا التطبيق يعبأ هذا الملف بقلب حديد قابل للحركة. ينجذب القلب الحديدي إلى مركز لفات الملف عند مرور التيار خلالها. يثبت القلب بسلك زنبركي معزول يجعله بعيدا عن مركز لفات الملف في حالة غياب القدح (بمعنى عدم مرور تيار)، وبالتالي يمكن جعل القلب يتحرك إلى/أو بعيد عن مركز الملف عند مرور وقطع التيار. يمكن ربط القلب المتحرك مع جهاز ميكانيكي ليتحرك أيضا عند مرور التيار في الملف. يعتبر مفتاح باب السيارة الكهربي مثال لهذا التطبيق.



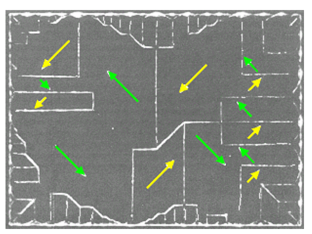
448: تركيب الجرس الكهربي.

مميز التردد FREQUENCY DISCRIMINATOR

يستخدم مميز التردد لكشف إشارة تعديل التردد، وهو دائرة تعطى جهد خرجاً تتناسب فيه سعة الإشارة طردياً مع تردد إشارة الدخل.

مناطق كهروحديدية FERROELECTRIC DOMAINS

لتفسير لماذا تتحول المواد الحديدومغناطيسية إلى ديامغناطيسية حتى أسفل درجة حرارة كورى، افترض العالم فايس أن المادة الحديدومغناطيسية تنقسم إلى عدد كبير من المناطق الصغيرة تسمى المناطق المغناطيسية. تكون هذه المناطق ممغنطة ويختلف اتجاه العزوم من منطقة إلى أخرى بالشكل الذي يلاشى بعضه البعض الآخر، وهذا يؤدى إلى تلاشى المغناطيسية في المادة ككل. يبين الشكل 449 صورة تخطيطية للمناطق المغناطيسية. يعتمد تكون كل منطقة وكذلك شكلها على التنافس بين عدد من أشكال الطاقة الموجودة في البلورة.



الشكل 449: تكون المناطق الحديدومغناطيسية في المادة.

منبع SOURCE

المنبع هو الجهاز الذي يمد الحمل بإشارة القدرة أو بالطاقة. يستخدم هذا المصطلح أيضا للإشارة إلى أحد أطراف ترانزستور تأثير المجال وهو المنبع.

منحدر/ميل GRADIENT

يشير هذا المصطلح إلى شكل تناقص الدالة بشكل منتظم (خطى)، مثل منحدر الجهد الكهربي ومنحدر السرعة-الزمن.

منحنى الضوء LIGHT CURVE

هي الرسم البياني الذى يبين تغير شدة الإشعاع الصادر من الجسم مع الزمن.

منحنى الموضع-الزمن POSITION- TIME GRAPH

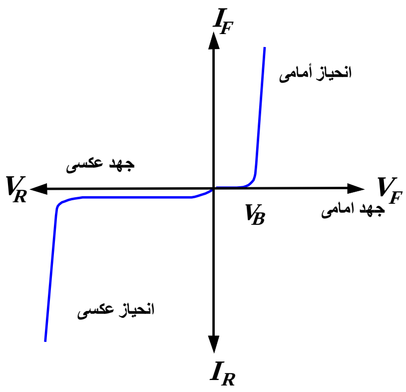
هو التميل البياني لتغير موضع الجسيم مع الزمن.

منحنى مميز CHARACTERISTIC CURVE

المنحنى المميز هو رسم بياني يبين العلاقة بين التيار والجهد للعنصر الإلكتروني أو أي جهاز آخر.

المنحني المميز للدايود Diode characteristic curve

يمكن إلقاء الضـــوء على المنحنى المميز للدايود كما يلي. يمر التيار الكهربي في الدايود عندما يزيد جهد الانحياز الأمَّامي عن الحاجز الجهدي، بينما لا يقوم الدايود بتمرير التيار عند غير ذلك. يمثل الربع الأول من المنحنى (أعلي اليمين الشكل **450**) حالة التوصيل الأمَّامي. كما ترى، فإنَّه لا يوجد تيار أمَّامي عندما يكون الجهد الأمامي أقل من الحاجز الجهدي (0.7V لدايود السليكون و 0.3V لدايود الجرمانيوم). يبدأ التيار في المرور عندما يصـــل الجهد الأمّامي إلى قيمة الحاجز الجهدي ويزداد التيار زيادة كبيرة عندما يكون الجهد الأمَّامي أعلي من الحاجز الجهدي، طبقا للمعادلة $I = I_o\left(e^{V/V_t} - 1\right)$ حيث **I** هو تيار الدايود الناتج عن فرق الجهد V، I_o هو ثابت يعتَمَّد على نوع الدايود و V_t هو الجهد المكافئ للحرارة ويساوى **0.025** فولت.



الشكل **450**: المنحنى المميز للدايود.

يتَمَّ التحكم في قيمة التيار عن طريق توصـــيل مقاوم على التوالي مع الدايود حتى لا يؤدى التيار الكبير إلى تلف الدايود. يظل الجهد عبر الدايود تقريبا مساويا الحاجز الجهدي ويزداد زيادة طفيفة عند زيادة التيار الأمَّامي. في الانحياز العكسي يمرر الدايود تيار صـغير جداً (يمكن إهماله) ناتج عن حاملات الشحنة الأقلية ويحدث انهيار عند القيم الكبيرة لجهد الانحياز العكسي (الربع الثالث من المنحنى).

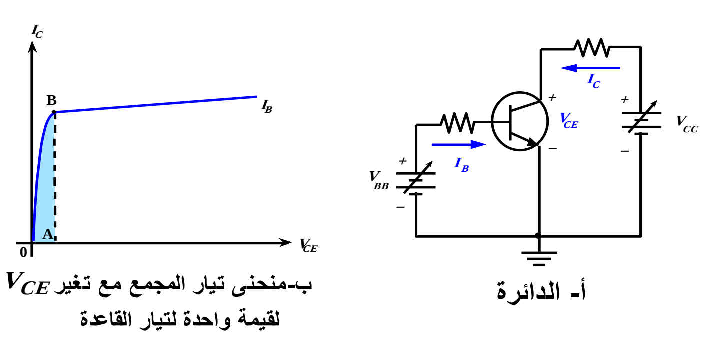
منحنيات تساوى الطاقة ENERGY CONTOURS

هي عبارة عن تمثيل مقدار الطاقة بخطوط مغلقة بحيث يمثل كل خط مقدار معين للطاقة ويسمى كنتور.

منحنيات مميزة للمجمع COLLECTOR CHARACTERISTIC CURVES

المنحنيات المميزة للمجمع هي مجموعة من المنحنيات تبين كيف يتغير تيار المجمع مع فرق الجهد بين المجمع والباعث عند قيم مختلفة لتيار القاعدة.

يمكن إلقاء الضوء على هذه المنحنيات بالشرح التالي بالاستعانة بدائرة ترانزستور npn ذو باعث مشترك، كالمبينة بالشكل **451**(أ). بواسطة هذه الدائرة يمكن الحصول على مجموعة من المنحنيات تبين تغير I_C مع V_{CE} عند قيم مختلفة لتيار القاعدة I_B وتسمى هذه المنحنيات بالمنحنيات المميزة للمجمع. لاحظ أنه يمكن ضبط قيم كل من V_{BB} و V_{CC}. إذا تم ضبط V_{BB} ليعطى قيمة معينة لتيار القاعدة **IB** عندما يكون $V_{CC}=0$، حينئذ يكون $I_C=0$ ، $V_{CE}=0$. الآن، عند زيادة V_{CC} تدريجيا، فان V_{CE} سوف تزداد وكذلك I_C. وهذا موضح في الجزء المظلل بين النقطتين **A** و **B** في الشكل **451**(ب). عندما تصل قيمة V_{CE} إلى 0.7V تقريبا، تصبح وصلة القاعدة-المجمع في انحياز عكسي ويصل I_C إلى أقصى قيمة له والتي تتعين من العلاقة $I_C=\beta_{dc}\ I_B$. عند هذه النقطة، يثبت تيار المجمع **IC** مع الزيادة المستَمَّرة في V_{CC}. يظهر هذا التأثير على يمين النقطة **B** على المنحنى في الشكل (ب). في الحقيقية، يتزايد I_C زيادة طفيفة مع زيادة V_{CE} نتيجة اتساع طبقة استنزاف القاعدة-المجمع التي تنتج بعض الفجوات لإعادة الاتحاد في حيز القاعدة. وباستخدام قيم أخرى لتيار القاعدة I_B يمكن الحصول على منحنيات إضافية).



أ- الدائرة

ب-منحنى تيار المجمع مع تغير V_{CE} لقيمة واحدة لتيار القاعدة

الشكل 451: (أ) دائرة ترانزستور npn و(ب) المنحنى المميز للمجمع.

منسوب الطاقة ENERGY LEVEL

أنظر مستوى الطاقة.

منسوب مرجعي REFERENCE LEVEL

هو الموضع الذي عنده يتم اختيار طاقة الوضع (أو الجهد الكهربي أو القدرة الكهربية أو الصوتية) تساوى الصفر.

مُنَشَّط ENERGIZED

يفيد هذا المصطلح صفة كون الجهاز متصل كهربيا بمصدر الجهد وبالتالي يصبح منشطاً أو مستحثاً.

منشورات فلكية يومية EPHEMERIS

هي عبارة عن منشورات دورية تحتوي على جداول للمواضع المتوقعة لبعض الأجرام السماوية والنيازك عند فترات منتظمة، يومية مثلاً، وتكون هذه الجداول مفيدة بالنسبة للفلكيين.

منصهر FUSE

المنصهر هو وسيلة حماية تقوم بالانفصال (طريق الانصهار) عندما يزيد التيار عن معدل محدد، أو هو رابط قابل للانصهار عند مرور تيار مرتفع.

منضدة/قرص تراكم ACCRETION DISK

يطلق هذا المصطلح على الطبقة المستوية نسبياً من الغازات والغبار المحيط بالنجم الحديث الولادة، الثقب الأسود، أو بأي جسم أخر في حالة النمو بواسطة جذبة للمادة المحيطة.

منطق الترانزستور ذو الاقتران المباشر DIRECT-COUPLED TRANSISTOR LOGIC

منطق الترانزستور ذو الاقتران المباشر هو أحد أنواع المنطق ويتم فيه وصل الترانزستورات أو المذبذبات أو دوائر العكس بشكل مباشر أي من دون مقاومات أو عناصر اتصال أخرى.

منطق المقاومة– ترانزستور RESISTOR-TRANSISTOR LOGIC, RTL

منطق مقاومة-ترانزستور هو منطق يستعمل المقاومات، كما يستعمل الترانزستورات من أجل عكس الخرج فقط.

منطق ترانزستور– ترانزستور TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGIC, TTL

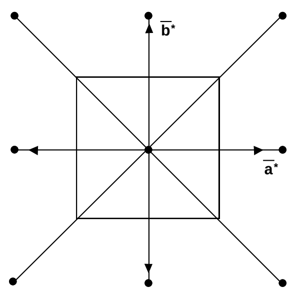
منطق ترانزستور-ترانزستور هو دائرة منطقية تحتوي على ترانزستورين أو أكثر للحصول على خرج أكبر عند سرعة أعلى.

منطق دايود– ترانزستور DIODE-TRANSISTOR LOGIC, DTL

في هذا النوع من المنطق يقدم كل دايود في دخل البوابة عملية **AND** أو **OR** للتحكم في تيار قاعدة الترانزستور الذي يعطى كسب استطاعة أكبر لقيادة البوابات الأخرى.

منطقة بريليون BRILLION ZONE

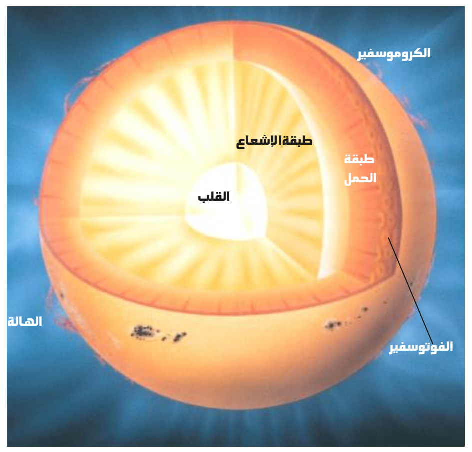
تعرف خلية بريليون الأولى على أنها الخلية الموجودة في الفضاء الانقلابي والتي تقابل خلية فيجنر-زايتس في الفضاء الحقيقي، ويمكن تعريفها أيضا بأنها الخلية التي يكون لها أقل حجم والمحتوية بين المستويات العمودية والمنصفة لمتجهات الخلية في الشبيكة الانقلابية، كما هو موضح بالشكل .452



الشكل 452: خلية بريليون الاولى في شبيكة انقلابية ثنائية البعد.

## منطقة حمل حرارية		Convective Zone

في مجال علم الفلك، منطقة الحمل الحرارية هي طبقة النجم التي تكون فيها تيارات الحمل هي الآلية الرئيســية إلى تنتقل بها الطاقة إلى الخارج. في الشــمس تمتد منطقة الحمل الحرارية من أسفل الكرة الضوئية مباشرة إلى الداخل، كما يبين الشكل 453.



الشكل 453: مقطع للشمس يبين منطقة الحمل.

## منطقة-E		E-region

هي منطقة في الأيونوســفير التي تميل فيها الطبقة الإلكترونية إلى التشــكيل. لوحظ أن الطبقة الإلكترونية تنقســم إلى طبقتان أو أكثر، ويرمز لهم بالرموز $E1$ ، $E2$ ، وهكذا. تعرف الســحب المرقّعة والمتقطّعة ذات التأيّن العالي جدا بالطبقات الإلكترونية المتقطعة وتتشــكل أيضــا في نفس المنطقة العامة.

منظم الجهد VOLTAGE REGULATOR

منظم الجهد هو دائرة تولد جهد خرج مستمر ثابت لا يعتمد على جهد الدخل ولا على تيار الحمل ولا على درجة الحرارة. منظم الجهد هو جزء من مصدر القدرة. يستمد منظم الجهد دخله من الخرج المقوم لدائرة تقويم والمستمد من الجهد المتردد أو من البطارية في حالة الأنظمة المحمولة. يتم تصنيع معظم منظمات الجهد في نوعين من اللوحات: لوحات المنظمات الخطية ولوحات منظمات التحول. في المنظمات الخطية يوجد نوعين أساسيين هما: منظم التوالي الخطي ومنظم التوازي الخطي. تتوفر هذه النماذج في الأسواق بشكل طبيعي بجهود خرج موجبة أو سالبة. كما تتوفر منظمات الخرج المزدوجة وفيها يقوم المنظم بتوليد خرجا موجبا وآخر سالبا. أكثر المنظمات الخطية شيوعاً هي: منظم الجهد الثابت ثلاثي الأطراف ومنظم الجهد المنضبط ثلاثي الأطراف. توجد ثلاثة أشكال من منظم التحول، هي المنظم الخافض والمنظم الرافع والمنظم العاكس. تتوفر نماذج كثيرة من منظمات الدائرة المتكاملة (IC).

منظور MACROSCOPIC

أنظر ماكروسكوبي او مجهري.

مُهايئ ADAPTER

المُهايئ هو أداة تؤمن القدرة التشغيلية بين عدة أجزاء في نظام رئيسي أو نظام فرعي.

مهبط CATHODE

انظر كاثود.

مهدئ MODERATOR

المهدئ هو مادة تستخدم في تقليل سرعة النيوترونات في المفاعل النووي مثل الماء الثقيل.

مواد أمورفية AMORPHOUS MATERIALS

هي المواد التي يغيب عن تركيبها الانتظام طويل المدى، أي التي ليس لها تركيب بلوري، مثل الزجاج ومواد أخرى.

مواد حديدومغناطيسية FERROMAGNETIC MATERIALS

هي المواد التي يتولد فيها مجالات مغناطيسية داخلية كبيرة بواسطة الفعل المجمع للإلكترونات.

مواد رديئة التوصيل **Insulators**

هي المواد التي لها توصيلية كهربية صغيرة وذلك بسبب قلة او انعدام الإلكترونات الحرة في ذراتها مثل الزجاج والبلاستيك ومواد أخرى. يمكن القول أيضاً بأنها المواد التي تكون فجوة الطاقة فيها كبيرة جداً.

مواد زجاجية GLASSY MATERIALS

يستخدم هذا المصطلح لوصف المواد التي لها تركيب بنائي يشبه تركيب الزجاج (عشوائي) مثل الكثير من البلمرات والسبائك المعدنية.

مواد شبه موصلة SEMICONDUCTOR

هي المواد التي تكون فجوة الطاقة فيها صغيرة نسبياً، مثل السيليكون والجرمانيوم. تكون هذه المواد عازلة في درجة حرارة الغرفة وتتحسن توصيليتها الكهربية بارتفاع درجة الحرارة نتيجة تكسير بعض الروابط التساهمية وتكون أزواج إلكترون-فجوة التي تحمل التيار.

مواد غريبة EXOTIC MATERIAL

يطلق هذا المصطلح على مواد هيكلية لا تستخدم في الوقت الحاضر بكميات كبيرة في التطبيقات المعتادة. تكون هذه نقطة انصهار هذه المواد فوق **3000** درجة.

مواد غير متبلورة NON CRYSTALLINE MATERIALS

أنظر مواد أمورفية.

مواد متبلورة CRYSTALLINE MATERIALS

هي المواد التي يتميز تركيبها البنائي بوجود الانتظام طويل المدى، أي التي تكون على شكل بلورات، مثل كلوريد الصوديوم والماس ومواد أخرى عديدة.

مواد مشعة RADIOACTIVE MATERIALS

هي المواد التي تظهر اضمحلال إشعاعي، أو أنها تبعث بجسيمات ألفا أو بيتا إو إشعاع جاما.

موجات تصادمية SHOCK WAVES

لتقريب مفهوم الموجات التصـــادمية دعنا نفترض صــوت الطائرة أو الصـــاروخ المتحرك. عندما تتحرك الطائرة ينتشـــر الصــوت في جميع الاتجاهات ويزداد تردد الصــوت أمام الطائر ويقل خلفها وتتكون موجة ضـغطية أمام الطائرة تكون على شـكل قمع تعتمد زاويته المجسـمة على النسـبة بين الســرعتين، وهذه الموجة تمثل مقاومة أمام الطائرة، الشــكل **454**. بفرض أن ســرعة الموجات الصــوتية هو v وســرعة المصــدر (الطائرة) هو v_s فإنه في معظم الأحوال الطبيعية يكون صــوت الطائرة ســابقاً لها (أى أن $v_s < v$). لكن وعندما تزداد ســرعة المصــدر ويصــبح مســاوية لســرعة الصــوت يقال أن الطائرة تتحرك بســرعة **1** ماخ. عندما تصــبح $v_s \geq v$ فإن الطائرة تخترق حاجز الموجة الضــغطية أو التصــادمية (الذي يعرف بحاجز الصــوت) مســببة فرقعة كبيرة نظراً لاختلاف الضـغط قبل وبعد حاجز الصوت. تتكون الموجات التصـادمية أيضـا عندما يتحرك القارب بسـرعة أكبر من سرعة الموجات السطحية للماء وتكون الموجات التصادمية على شكل حرف **V**.



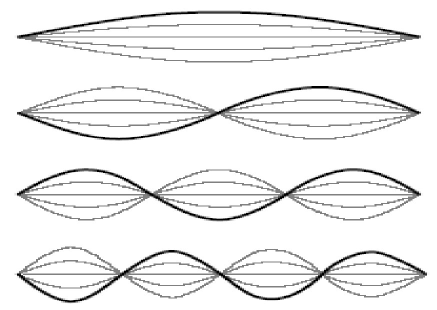
الشكل **454**: تكون الموجات التصادمية بواسطة جسم طائر واختراق حاجز الصوت.

موجات جذبية GRAVITATIONAL WAVES

الموجات الجذبية هي تموجات في المكان الزمان (الزمكان) ســببها حركة الأجســـام في الكون. إن المصــادر الأكثر بروزا للموجات الجذبية هي النجوم النيوترونية الدوارة، الثقوب الســوداء، والنجوم المتداعية. يعتقد أيضاً أن الموجات الجذبية هي آثر من الانفجار العظيم.

موجات ساكنة STATIONARY WAVES

تسمى أيضاً موجات موقوفة. هي الموجات التي لها عقد وبطون ساكنة، مثل المبينة في الشكل 456. تنتج الموجات الساكنة من تراكب الموجات الصوتية المنعكسة على الموجات المنتشرة عندما يكون زاوية فرق الطور 180 درجة. أنظر أيضاً الموجات الموقوفة.



الشكل 456: مفهوم الموجات الساكنة وتكونها في أنابيب النفخ.

موجات سيزمية SEISMIC WAVES

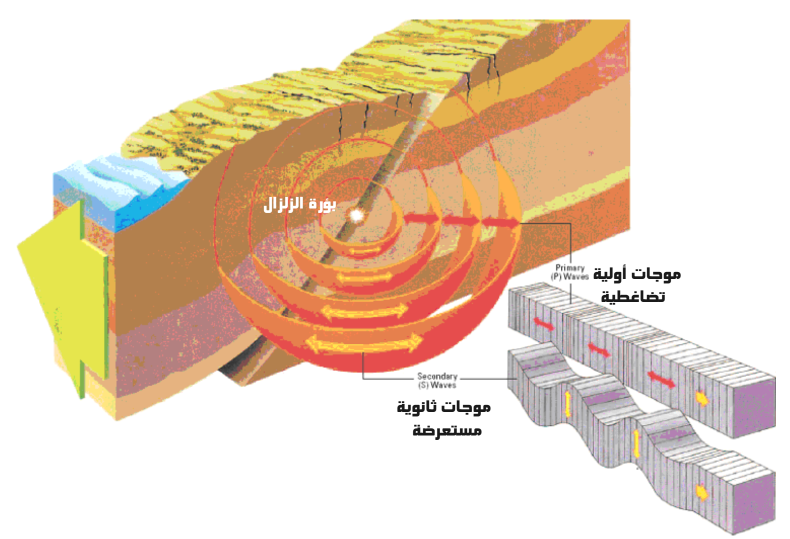
الموجات السيزمية هي موجات (تضاغطية تنتشر في السوائل والمواد الصلبة يصاحبها موجات مستعرضة تنتشر في المواد الصلبة فقط، ويكون لهذه الموجات تردد منخفض) تتولد في باطن الأرض بسبب التصدعات في القشرة الأرضية الناتجة عن الزلازل أو التفجيرات القوية. يبين الشكل 457 مخطط لكيفية انتشار هذه الموجات. تم محاكاة الموجات السيزمية في تكنولوجيا البحث عن البترول والثروات الأخرى.

موجات صوتية SOUND WAVES

الموجات الصوتية هي موجات تضاغطية تنتشر خلال الهواء أو في الأوساط اللدنة. عموما، تستطيع الأذن البشرية سماع الموجات الصوتية إذا كان ترددها يقع ضمن المدى المسموع (20-2000 Hz).

موجات طولية LONGITUDINAL WAVES

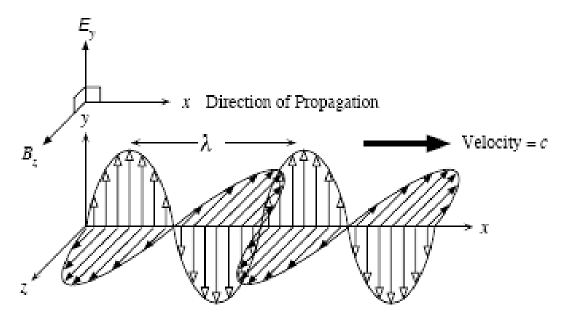
هي الموجات التي يكون اتجاه اضطراب الوسط في نفس اتجاه حركة الموجة، كما في حالة الصوت.



الشكل 457: مخطط يبين كيفية إنتشار الموجات السيزمية.

موجات كهرومغناطيسية ELECTROMAGNETIC WAVES

هي مرادف أخر لموجات الضوء. الموجات الكهرومغناطيسية هي موجات تتكون من مجالات كهربية ومغناطيسية مهتزة وتتحرك في الفضاء بسرعة الضوء. يكون المجال الكهربي والمغناطيسي متعامدين وكلاهما عمودي على اتجاه انتشار الموجة، كما يبين الشكل 458.



الشكل 458: مفهوم الموجات الكهرومغناطيسية.

موجات كهرومغناطيسية طويلة DEKAMETRIC WAVES

الموجات الكهرومغناطيسية الطويلة هي موجات كهرومغناطيسية تتراوح أطوالها الموجية بين عشرة أمتار ومائة متر.

موجات متحركة TRAVELING WAVE

هي عبارة عن تحرك أو اضطراب الوسط أو المجال بشكل دوري.

موجات متوائمة Coherent waves

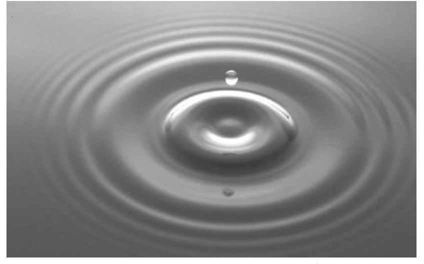
هي الموجات أحادية التردد (أي لها نفس التردد) وفى طور واحد.

موجات مرنة ELASTIC WAVES

أنظر الموجات الصوتية.

موجات مستعرضة TRANSVERSE WAVES

هي الموجات التي يكون اتجاه اضطراب الوسط عمودي على اتجاه حركة الموجة، كما في حالة تكون الموجات على صفحة الماء. يبين الشكل 459 هذا المفهوم.



الشكل 459: مفهوم الموجات المستعرض.

موجات هيدرومغناطيسية HYDROMAGNETIC WAVE

هي الموجات التي يتذبذب فيها كل من البلازما والمجال المغناطيسي.

موجة توافقية مستوية PLANE HARMONIC WAVE

هي الموجة الدورية التي تنتشر في مستوى واحد.

موجة توسع/تمدد EXPANSION WAVE

هي موجة بسيطة أو اضطراب تقدمي في تدفق أيزينوتروبك (متساوي الانتروبيا) لسائل مضغوط والتي يقل فيها ضغط وكثافة جسيمات السائل عند عبور الموجة في اتجاه حركتها. تسمى أيضا موجة تخلخل.

موجة حاملة CARRIER WAVE

الموجة الحاملة هي الموجة ذات التردد العالي (RF) التي تحمل المعلومات المعدلة تعديل سعة أو تعديل تردد أو أي نظام أخر.

موجة سطحية SURFACE WAVE

هي موجة تنتشر على سطح السائل ولها خصائص كلتا الموجات الطولية والمستعرضة.

موجة صدمية SHOCK WAVE

هي عبارة عن موجة تضاغطية قوية حيث يوجد تغير فجائي في سرعة، كثافة، ضغط، ودرجة حرارة الغاز. أى أنها تحدث نتيجة الانفجار. أنظر موجات تصادمية.

موجة صوتية مستقطبة إهليجياً ELLIPTICALLY POLARIZED SOUND WAVE

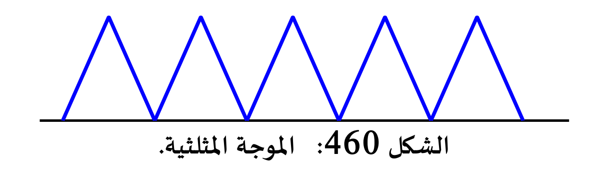
هي موجة مستعرضة في وسط مرن يدور متجه الإزاحة فيه عند أي نقطة حول النقطة وله مقدار يتغير طبقاً لنصف قطر القطع الناقص. أو هي موجة مكافئة لتراكب موجتين جيبيتين مستقطبتين استوائيا بحيث تقع الازاحات في مستويات متعامدة وبينهما فرق طور مقداره **90** درجة.

موجة مادية MATTER WAVE

يستخدم هذا المصطلح للتعبير عن خصائص الشبه-موجة للجسيمات مثل الإلكترونات.

موجة مثلثيه TRIANGULAR WAVE

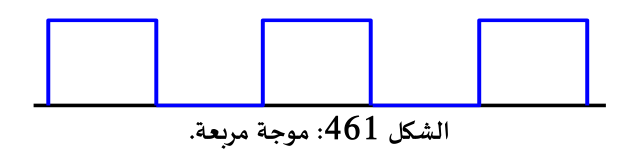
الموجة المثلثية هي موجة متكررة يكون فيها الانحدار الصاعد مساويا للانحدار الهابط. يكون للانحدارات معدل تغير خطى، وبالتالي تكون هذه الموجة على شكل مثلث متساوي الساقين، كما هو مبين الشكل **460**.



الشكل **460**: الموجة المثلثية.

موجة مربعة SQUARE WAVE

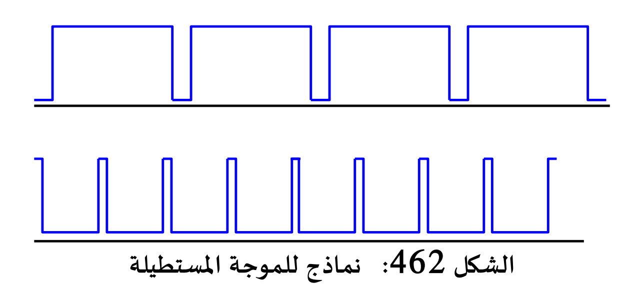
الموجة المربعة هي موجة تتناوب بين قيمتين ثابتتين بفترات زمنية متســاوية، كما هو مبين بالشــكل **461**.



الشكل 461: موجة مربعة.

موجة مستطيلة RECTANGULAR WAVE

تعرف الموجة المســتطيلة بموجة النبضــة وهي موجة متكررة تعمل فقط بين مســتويين أو قيمتين وتبقى عند إحدى هاتين القيمتين لفترة زمنية قصــيرة نســبيا بالمقارنة مع القيمة الأخرى، كما هو مبين بالشكل **462**.



الشكل 462: نماذج للموجة المستطيلة

موجة مستقطبة أفقياً HORIZONTAL POLARIZED WAVE

الموجة المستقطبة أفقياً هي الموجة الكهرومغناطيسية التي لها مجال كهربي في المستوى الأفقي.

موجة ميكانيكية MECHANICAL WAVE

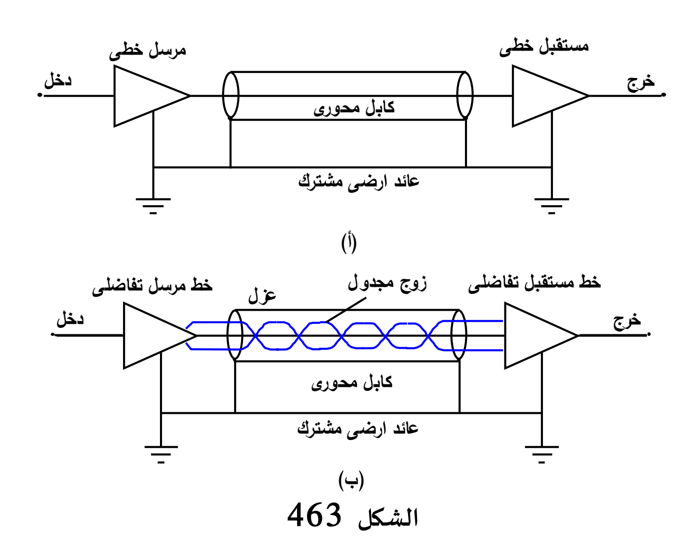
هي موجة تتكون من حركة دورية للمادة مثل الموجة المائية أو الموجة الصــوتية على عكس الموجة الكهرومغناطيسية.

موجة ميكرونية MICROWAVE

الموجـة الميكرونيـة هي شــريط من موجـات الراديو ذات الأطوال الموجيـة القصــيرة جـداً خلال النطاقات **UHF**، **SHF** و **EHF**.

موجهات ومستقبلات خطية LINE DRIVERS AND RECEIVERS

تحتاج عملية إرسال واستقبال الإشارات عبر كابلات طويلة في وجود الضوضاء الكهربية العالية إلى نوع خاص من الدوائر الجانبية (دوائر ربط) تُسمّى الموجهات والمستقبلات الخطية. يوجد شكلين أساسيين لإرسال الإشارة باستخدام زوج مرسل/مستقبل هما: الإرسال بواسطة كابل محوري أحادي النهاية، والإرسال التفاضلي بواسطة كابل ثنائي مجدول ومعزول. يوضح الشكل **463** مخطط لهذه الأشكال.



الشكل 463

موحد الخواص ISOTROPIC

صفة تطلق على المواد التي لا تتغير فيها الخصائص الفيزيائية (على وجه الخصوص الضوئية منها) بتغير الاتجاه داخل المادة. قارن مع متباين الخواص.

موحدات اللون MONOCHROMATORS

يكون من الضروري (أو مطلوباً) في الكثير من الطرق الطيفية تغيير الطول الموجي للإشعاع بشكل متصل على مدى معين كبير. تم تصميم موحدات اللون من أجل المسح الطيفي. تتشابه جمع موحدات اللون للأشعة فوق البنفسجية، المرئية، وتحت الحمراء في التركيب الميكانيكي، بمعنى أنها تستخدم شقوقاً، عدسات، مرايا، نوافذ، ومحزوزات حيود أو مناشير. يتكون موحد اللون من عدة عناصر هي: **1**- شق الدخول ويعطي صورة ضوئية مستطيلة، **2**- عدسة أو مرآة مجمعة تنتج حزمة

يانج، توماس	- 543 -	Young Thomas (1773-1829)
يوم	- 544 -	Day
يوم إعتدالى	- 544 -	Equinoctial day
يوم إفيميريس	- 544 -	Ephemeris day

بعض الملاحق المفيدة

ملخص للوحدات الأساسية طبقا للنظام الدولي للوحدات SIوبعض العلاقات وقيم الثوابت الفيزيائية

تكون الوحدات الأساسية طبقا للنظام الدولي على الصورة كجم.متر.ث أو جم سم.ث ويرمز لها كما هو مدون بالجدول التالي.

الكمية	الرمز	الوحدة	
الكتلة	m	Kg	كيلو جرام
الطول	l	M	متر
الزمن	t	S	ثانية

الكتلة

تقدر الكتلة فى النظام الدولي بالكيلوجرام (كجم) وهو كتلة قطعة عياريه من البلاتين محفوظة فى متحف بباريس. وتكون كسور ومضاعفات الكيلوجرام على النحو التالي:

1 جرام = 10^{-3}كجم　　1 ملى جرام = 10^{-3} جم

1 ميكروجرام = 10^{-6} جم

1 باوند = 453.59237 جم　1 باوند(رطل انجليزي) = 16 أونس

1 طن = 2000 باوند　　1 طن = 1000 كجم.

الطول

يقاس الطول طبقا للنظام الدولي بوحدة المتر. ويعرف المتر بأنه المسافة إلى يقطعها الضوء فى الفضاء لزمن مقداره $\frac{1}{299792458}$ من الثانية. وتكون كسور ومضاعفات المتر على النحو التالي :

1 سم = 10^{-2}م **1** مم = 10^{-3} م **1** ميكرومتر = 10^{-6} م

1 نانومتر= 10^{-9} م **1** أنجستروم= 10^{-10} م= 10^{-1} نانومتر

1 بيكو متر = 10^{-12} م **1** بوصة = 2.54 سم

1 قدم = 0.3048 متر **1** كم = 1000 متر = 0.62137 ميل

الزمن

يقدر الزمن فى النظام الدولي بالثانية وهى الفترة الزمنية التى تعادل 9192631770 دورة إشعاع بين المستويات الدقيقة للحالة الأرضية فى ذرة السيزيوم Cs^{133}. وتكون كسور الثانية على النحو التالي:

1 ملى ثانية = 10^{-3} ثانية و1 مايكرو ثانية = 10^{-6} ثانية 1 نانو ثانية = 10^{-9} ثانية 1 بيكو ثانية = 10^{-12} ثانية 1 فيمتو ثانية = 10^{-15} ثانية .

الكلفن

الكلفن هو وحدة قياس درجة الحرارة المطلقة وتساوى $\frac{1}{273.16}$ من الدرجة الثرموديناميكية للنقطة الثلاثية للماء.

الأمبير

الأمبير هو وحدة قياس شدة التيار الكهربي ويعرف على انه التيار الذي إذا مر فى سلكين متوازيين لانهائيين فى الفضاء فإنه يحدث قوة تساوى 2×10^{-7} نيوتن لكل متر. وتكون كسور وحدة الأمبير على النحو التالي:

1 ملى أمبير= 10^{-3} أمبير **1** مايكرو أمبير= 10^{-6} أمبير

1 نانو أمبير= 10^{-9} أمبير **1** بيكو أمبير= 10^{-12} أمبير.

الشمعة (الكانديلا)

هي شدة الإضاءة في اتجاه معين لمصدر يشع ضوء أحادى تردده 540×10^{12} هرتز وله شدة إشعاع في هذا الاتجاه تساوى $\frac{1}{683}$ وات لكل سترديان.

الحجم

يقدر الحجم بالمتر المكعب، حيث **1** سم^3 = 10^{-6} م^3 ولتر= 10^{-3} م^3

المول

المول هو كمية من المادة في نظام ما يحتوى على عدد من الذرات يساوى عدد افوجادرو (6.022×10^{23})، كما يعرف أيضا بأنه كمية المادة التى تحتوى على عدد من الجرامات يساوى الوزن الجزيء لها.

بعض علاقات التحويل المهمة

الطاقة	درجة الحرارة
الوحدة الدولية جول (joule) **1** جول = **1** كجم م^2 \ثانية^2 = **0.23901** سعر =**1** كولوم × **1** فولت **1** سعر= **4.184** جول	الوحدة الدولية كلفن $0\,K = 273.15\ ^\circ C$ $K = ^\circ C + 273.15\ ^\circ C$ $?\ ^\circ C = (5^\circ C/9^\circ F)(^\circ F - 32^\circ F)$ $?\ ^\circ F = (9/5)^\circ C + 32$
الضغط	**الحجم**
الوحدة الدولية باسكال (Pa) $1Pa = 1N/m^2$ $= 1Kg/m^2.s^2$	الوحدة الدولية متر مكعب $1liter\ (L) = 1\times10^{-3}\ m^3$ $= 1000\ cm^3$ $= 1.056710\ quarts$ **1** كوارتر= ربع جالون

$1\text{atmosphere} = 101.325\text{ k Pa}$ $= 760\text{ mmHg}$ $= 760\text{ torr}$ $= 14.70\text{ lb/in}^2$	$1\text{gallon} = 4\text{ quarts}$

الطيف المرئي

مدى الطول الموجى، nm	اللون	اللون المكمل
400 – 435	بنفسجي	اصفر-اخضر
435 – 480	ازرق	اصفر
480 – 500	ازرق-اخضر	احمر
500 – 560	اخضر	أرجواني
560 – 580	اصفر-اخضر	بنفسجي
580 – 595	اصفر	ازرق
595 – 650	برتقالي	اخضر-ازرق
650 – 750	احمر	ازرق-اخضر

بعض الثوابت الفيزيائية الأساسية

الكمية الفيزيائية		القيمة	الرمز
الإلكترون فولت	**Electron volt**	**joules 19−10×1.6**	eV
الثابت الشمسي	**Solar constant**	$1.4\ \text{KW/m}^2$	S
الضغط الجوى القياسي	**Slandered atmospheric pressure**	101325 Pa	atm
ثابت الغاز الجزيء	**Gas constant**	$8.314\,\text{JK}^{-1}\,\text{mol}^{-1}$	R
ثابت بلانك	**Plank constant**	$6.626\times10^{-34}\,\text{J s}$	h
ثابت بولتزمان	**Boltzmann constant**	$1.38\times10^{-23}\ \text{J/K}$	K
ثابت رايدبرج	**Rydberg constant**	$1.1\times10^{7}\,\text{/m}$	R_H
ثابت ستيفان-بولتزمان	**Steven-Boltzmann constant**	$5.67\times10^{-8}\ \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$	σ
ثابت فارادى	**Faraday constant**	$96485309\ \text{Cmol}^{-1}$	F
ثابت نيوتن للجاذبية	**Newton gravitational constant**	$6.67\times10^{-11}\ \text{Nm}^2/\text{Kg}^2$	G
سرعة الضوء فى الفضاء	**Velocity of light**	$3\times10^{8}\ \text{m/s}$	**c**

ε_o	8.85×10^{-12} F/m	**Permittivity of space**	سماحية الفضاء
- e	-1.602×10^{-19} C	**Electron charge**	شحنة الإلكترون
g	9.80665 ms^{-2}	**Gravitational acceleration**	عجلة الجاذبية
N	6.02×10^{23} mol^{-1}	**Avogadro's number**	عدد افوجادرو
m_e	9.11×10^{-31}Kg	**Electron mass**	كتلة الإلكترون
m_p	1.673×10^{-27}Kg	**Proton mass**	كتلة البروتون
m_n	1.675×10^{-27}Kg	**Neutron mass**	كتلة النيوترون
ρ_{Hg}	13600 kg m^{-3}	**Mercury density**	كثافة الزئبق
ρ_w	1000 kg m^{-3}	**Water density**	كثافة الماء
ρ_{air}	1.29 kg m^{-3}	**Air density at s.t.p.**	كثافة الهواء

φ_o	$=(h/2e)\ \varphi_o$	**Magnetic flux quanta**	كمة الفيض المغناطيسي
μ_B $(eh/2m_e)$	9.274×10^{-24} Jm$^2/W$	**Bohr magneton**	مغنيط بوهر
R_H	$25812.8\ \Omega$	**Hall resistance quanta**	مقاومة هول المكمأة
r_e	2.818×10^{-15} m	**Electron radius**	نصف قطر الإلكترون
a_o	0.529177×10^{-10} m	**Bohr radius**	نصف قطر بوهر
μ_o	$4\pi\times10^{-7}$ N/m^2 $=1.256\times10^{-6}$ H/m	**Permeability of space**	نفاذية الوسط
a.m.u.	1.66×10^{-27}Kg	**Atomic mass unit**	وحدة الكتل الذرية

متصدرات المضاعفات (MULTIPLICATION PREFIXES)

المعامل	الرمز	المتصدرة	المعامل	الرمز	المتصدرة
10^{-2}	**c**	**(centi)** سنتى	10^{-18}	**a**	**(atto)** أتو
10^{-1}	**d**	**(deci)** ديسى	10^{-15}	**f**	**(femto)** فيمتو
10^{3}	**k**	**(kilo)** كيلو	10^{-12}	**p**	**(pico)** بيكو
10^{6}	**M**	**(mega)** ميجا	10^{-9}	**n**	**(nano)** نانو

ميكرو (micro)	μ	10^{-6}	جيجا (giga)	G	10^{9}
مللي (milli)	m	10^{-3}	تيرا (tera)	T	10^{12}

رموز بعض الوحدات المشتقة

الكمية	الوحدة المشتقة	اسم الوحدة	الرمز
التردد	1/s	هرتز **Hertz**	**Hz**
الجهد الكهربي	J/C	فولت **Volt**	**V**
الحث	V s/A	هنري **Henry**	**H**
السعة الكهربية	e/V	فاراد **Farad**	**F**
الشحنة الكهربية	A s	كولوم **Coulomb**	**C**
الضغط	N/m^2	باسكال **Pascal**	**Pa**
الطاقة	N m	جول **Joule**	**J**
الفيض الضوئي	cd sr	ليومن **Lumen**	**Lm**
الفيض المغناطيسي	V s	وبر **Weber**	**Wb**
القدرة	J/s	وات **Watt**	**W**
القوة	kg/s^2	نيوتن **Newton**	**N**
المجال المغناطيسي	$V\ s/m^2$	تسلا **Tesla**	**T**
المقاومة الكهربية	V/A	أوم **Ohm**	Ω
الموصلية الكهربية	A/V	سيمنز **Siemens**	**S**
النشاط الإشعاعي	1/s	بيكريل **Becquerel**	**Bq**
درجة الحرارة	K	درجة مئوية **Degree Celsius**	$^{\circ}C$

تحويلات مهمة لبعض الكميات

الكمية	التحويلات
الجهد الكهربي	$1\ V(\text{volt}) = 3.336\times10^{-3}$ e.s.u.of potential(statvolt)
الحث	$1\ H(\text{henry}) = 1.113\times10^{-12}$ e.s.u.of induction (stathenry)
الحجم	1 gallon (gal) $= 3.785\times10^{-3}\ m^3$ $1\ in^3 = 16.387\ cm^3$ $1.728\ in^3 = 1\ ft^3 = 0.028317\ m^3$ $27\ ft^3 = 1\ yard^3 = 0.76455317\ m^3$

$1\ m^3 = 10^6\ cm^3 = 35.31 ft^3 = 264.2\ gal$ $1 liter = 10^{-3}\ m^3 = 1000\ cm^3$	
$1\ revolution = 2\pi\ radian = 360^\circ$ $1\ radian = 57.30^\circ$ $1\ degree = 1.745\times10^{-2} radian$ $= 60^\circ = 3600''$	الزاوية
$1\ second = \frac{1}{60} min = \frac{1}{3600} h = 1.157\times10^{-5}\ day$ $1 year = 365.24 days = 8.766\times10^3\ h = 3.156\times10^7\ s$ $1 siderial\ day = 0.9973 day$	الزمن
$1 m.s^{-1} = 100\ m.s^{-1} = 3.281\ ft.s^{-1} = 1.944\ knot$ $1\ ft.s^{-1} = 0.3048 m.s^{-1} = 0.5925\ knot\ (nautical\ mile.h^{-1})$ $1\ Km.h^{-1} = 0.2778\ m.s^{-1} = 0.54\ knot = 0.6214 mile.h^{-1}$	السرعة
$1\ F\ (farad) = 8.988\times10^{11}$ e.s.u.of capacitance (statefarad)	السعة الكهربية
$1\ C$ (cuolomb) $= 2.998\times10^9$ e.s.u.of charge (statcoulomb)	الشحنة الكهربية
$1\ atm (atmosphere) = 1.03\times10^5\ N.m^{-2} = 76\ cm Hg = 14.7\ lb.in^{-2}$ $1\ N.m^2\ or\ pascal = 9.869\times10^{-6}\ atm = 10^{-5}\ bar$ $1\ pascal = 7.501\times10^{-4}\ cm Hg = 10 dynes.cm^{-2}$ $1\ pascal = 7.501\times10^{-3}\ torr$ $1\ bar = 10^5\ N.m^{-2} = 0.9869\ atm = 75.01\ cm Hg$ $1\ cm Hg = 1.333\times10^3\ N.m^{-2} = 10\ torr = 27.85\ lb.ft^{-2}$ $1\ psi\ (pound per square inch) = 6.895\times10^3 N.m^{-2} = 6.805\times10^{-2}\ atm$	الضغط
$1\ kWh\ (kilowatt-hour) = 3.6\times10^6\ joul = 8.598\times10^5\ cal$ $1\ cal = 4.187\ joul = 3.968\ Btu = 1.163\times10^{-6}\ kWh$ $1\ eV = 1.602\times10^{-19}\ joul = 1.602\ erg$ $1\ joul = 9.478\times10^{-4}\ Btu = 10^7\ erg = 0.2388\ cal$ $= 6.242\times10^{18} eV = 2.778\times10^{-7}\ kWh$	الطاقة

$1\ \text{Btu (British thermal unit)} = 1.055\times10^{3}\ \text{joul} = 252\ \text{cal}$	
$1\ \text{yard} = 3\ \text{ft} = 91.44\ \text{cm} = 36\ \text{in}$ $1\ \text{in} = 2.54\ \text{cm} = 25.4\ \text{mm}$ $1\ \text{Fermi (F)} = 10^{-15}\text{m} = 10^{-13}\text{cm} = 10^{5}\ \mathring{A}$ $1\ \text{m} = 10^{10}\ \mathring{A} = 100\ \text{cm} = 3.28\ \text{ft} = 39.37\ \text{in}$ $1\ \text{AU (astronomical unit)} = 1.496\times10^{8}\ \text{km}$ $1\ \text{light year} = 9.461\times10^{12}\ \text{km} = 0.3066\ \text{parsec (pc)}$ $1\ \text{pc} = 3.086\times10^{16}\ \text{m} = 3.262\ \text{light year}$	الطول
$1\ \text{gee} = 9.807\ \text{m.s}^{-2} = 980.7\ \text{cm.s}^{-2} = 32.17\ \text{ft.s}^{-2}$ $1\ \text{ft.s}^{-2} = 30.48\ \text{cm.s}^{-2} = 3.108\ \text{gee}$ $1\ \text{cm.s}^{-2} = 0.01\ \text{m.s}^{-2} = 1.02\times10^{-3}\ \text{gee}$ $1\ \text{m.s}^{-2} = 3.281\ \text{ft.s}^{-2} = 0.102\ \text{gee}$	العجلة
$1\ \text{kW (kilowatt)} = 1000\ \text{Watt} = 238.8\ \text{cal} = 1.341\ \text{hp}$ $1\ \text{hp (hourse power)} = 745.7\ \text{Watt}$ $= 2.544\times10^{3}\ \text{Btu.h}^{-1} = 178.1\ \text{cal.s}^{-1}$ $1\ \text{watt} = 3.412\ \text{Btu.h}^{-1} = 10^{7}\ \text{ergs.s}^{-1} = 0.2388\ \text{cal.s}^{-1}$ $1\ \text{cal.s}^{-1} = 4.187\ \text{watt} = 3.088\ \text{ft/lb/s}$	القدرة
$1\ \text{dyne} = 1.02\times10^{-6}\ \text{kp (kilopound or kilogram force)}$ $= 2.248\times10^{-6}\ \text{lb}$ $1\ \text{N} = 10^{5}\ \text{dynes} = 0.102\ \text{kp} = 0.2248\ \text{lb}$ $1\ \text{kp} = 9.807\ \text{N} = 2.205\ \text{lb}$	القوة

الكتلة	**1** جرام = 10^{-3}كجم **1** ملى جرام = 10^{-3} جم **1** ميكروجرام = 10^{-6} جم **1** باوند = **453.59237** جم **1** باوند(رطل انجليزي) = **16** أونس **1** طن = **2000** باوند **1** طن = **1000** كجم. $1\text{ grain} = 6.48\times10^{-5}\text{ kg}$ $1\text{dram (dr)} = 1.772\text{ grammes}$ $1\text{ounce(Oz)} = 28.350\text{ grammes}$ $16\text{ dr} = 1\text{ ounce} = 28.350\text{ grammes}$ $16\text{Oz} = 1\text{Pound} = 0.453592\text{ kg}$ $14\text{ lb} = 1\text{stone} = 6.350\text{ kg}$ $28\text{ lb} = 1\text{quarter} = 12.70\text{kg}$ $100\text{ lb} = 1\text{cental} = 45.359243\text{ kg}$ $4\text{ quarters (112 lb)} = 1\text{hundred weight (cwt)} = 50.8022\text{ kg}$ $8\text{ st} = 1\text{ hundred weight (cwt)}$ $1\text{ kilogram} = 1000\text{gram} = 10^{-3}\text{ton} = 2.205\text{lb} - \text{mass}$ $1\text{ gram} = 5\text{ carat} = 15.43\text{grains}$ $1\text{ amu (atomic mass unit)} = 1.6605\times10^{-27}\text{ kg}$ $1\text{ carat} = 0.2\text{g} = 2\times10^{-4}\text{ kg}$ $1\text{ounce} - \text{mass(Oz} - \text{mass)} = 28.35\text{g} = \frac{1}{16\text{lb} - \text{mass}}$ $1\text{ pound} - \text{mass} = 0.4536\text{ kg} = 16\text{ Oz-mass}$
الكثافة	$1\text{lb} - \text{mass.ft}^{-3} = 16.02\text{ kg.m}^{-3}$ $1\text{ kg.m}^{-3} = 10^{-1}\text{ g.cm}^{-3} = 3.613\times10^{-5}\text{ lb} - \text{mass.in}^{-3}$ $1\text{slug.ft}^{-3}515.4\text{ kg.m}^{-3} = 32.17\text{ lb} - \text{mas.ft}^{-3}$
المـــجـــال المغناطيسي	$1\text{ T (tesla)} = \text{Wb.m}^{-2} = 10^{4}\text{gauss}$

$1\text{barn} = 10^{-24}\ \text{cm}^2 = 10^{-28}\ \text{m}^2$ $1\ \text{m}^2 = 10^4\ \text{cm}^2 = 1.55 \times 10^3\ \text{in}^2$ $1\ \text{in}^2 = 6.9444 \times 10^{-3}\ \text{ft}^2 = 6.451\ \text{cm}^2$ $144\ \text{in}^2 = 1\text{ft}^2 = 929.03\text{dcm}^2$ $9\ \text{ft}^2 = 1\ \text{yard}^2 = 0.836126\ \text{m}^2$ $30\frac{1}{4}\ \text{yard}^2 = 1\ \text{pool,rood,perch}$ $40\,\text{pools} = 1\ \text{rood} = 10.117\ \text{acres}$ $4\ \text{roods} = 1\ \text{acre} = 0.40468\ \text{hectare}$ $640\ \text{acres} = 1\,\text{Mile}^2\ \text{or}\ 3097600\ \text{yard}^2 = 259\ \text{hectars}$ $1\ \text{squar yard} = 9\ \text{ft}^3$	المساحة

الرموز الإغريقية

N	υ	نيو	A	α	ألفا
Ξ	ξ	إكزاى	B	β	بيتا
Π	π	باى	Γ		جاما
P	ρ	رو	Δ	δ	دلتا
Σ	σ	سيجما	E	ε	ايبسلون
T	τ	تاو	Z	ζ	زيتا
Φ	ϕ	فاى	H	η	إيتا
X	χ	كاى	Θ		ثيتا
Ψ	ψ	بساى	K	κ	كابا
Ω	ω	اوميجا	Λ	λ	لامبدا
			M	μ	ميو

تواريخ مهمة فى مجال الفيزياء

العام	الحدث
1564	ولد جاليليو جاليلى فى بيزا، بإيطاليا.
1591	عرض جاليليو عرضه الأسطورى بخصوص الجاذبية من على برجِ بيزا.
1616	صدور الأمر التاريخى لروبرت كاردينالبيلارمين إلى جاليلو.
1622	نشر جاليليو المحلل "The Assayer".
1632	نشــر جاليليومقال الحوار الذي يتعلق بالنظامين العالميين الرئيســيين. وفى نفس العام صدرت الأومر بإستجواب ناشر مقال جاليليو لإيقاف نشر مقال الحوار.
1633	يظهر جاليليو قبل الإستجواب وتم إيقافه وسجنه فى نفس العام.
1638	ينشر جاليليو مناقشة لعلمين من العلوم الجديدة.
1642	مات جاليليو فى السجن. وفى نفس العام ولد إسحاق نيوتن فى ولسثورب بإنجلترا.
1661	دخل نيوتن كلية الثالوثِ، بجامعة كامبردج.
1665	مرض الطاعون يجتاح إنجلترا. وفى نفس العام في ولســثورب يبدأ نيوتن بالتَفكير بشأن حساب التفاضل والتكاملِ، وظاهرة الجاذبية، و علم البصريات.
1668	تم تعيين نيوتن أستاذ فى الرياضيات في كامبردج.
1671	تم عرض منظار نيوتن العاكس أمام الجمعية الملكية
1684	نشر نيوتن "De Motu corporum in gyrum"
1687	نشر نيوتن "المبدأPrincipia"
1696	نقل نيوتن من كامبردج إلى لندن.
1704	نشر نيوتن "البصريات *Opticks* "
1727	مات نيوتن فى لندن.
1791	ولد ميشيل فاراداى فى نيوانجتون، سرى، وهى الأن جزء من لندن.
1796	ولد سادى كارنوت فى باريس.
1801	اكتشف توماس يانج مبدأ التداخل المبنى على نموذج الموجة للضوء.
1814	ولد روبرت ماير فى هيلبرون بألمانيا.
1818	ولد جيمس جول فى مانشيستر بإنجلترا.
1820	عرض هانز كريســتيان أورســتيد تجربته لتوليد تأثير مغناطيســي بواســطة التأثير الكهربي
1821	ولد هيرمان هيلموتز فى بوتســدام، بألمانيا. وفى نفس العام تم تقديم عرض تجربة فاراداي للدوران الكهرومغناطيســى. وكذلك وصــف أو غســطين فرينل الضــوء كموجات تتذبذب بشكل عمودي على اتجاه حركتها.
1822	ولد رودولف كلازيوس فى كو سلين، فى بروسيا.

نشر كارنوت مؤلف" انعكاسات على القوة الدافعة للنار".	1824
ولد وليام تومسن في بلفاست، إيرلندا الشمالية.	1824
اكتشف فاراداى الحث الكهرومغناطيسى. وفى نفس العام ولد جيمس كليرك ماكسويل فى إيدنبرج، بإسكتلندا.	1831
مات كارنوت فى باريس. فى نفس العام صاغ فاراداي قوانين الكيمياء الكهربائية.	1832
نشر كالبيرون النسخة الرياضية لنظرية كارنوت.	1834
يهتم فارادى بدراسة الحث الكهروستاتيكي.	1837
ولد ويلاردجيبس في نيوهافن، فى كونيكتيكت.	1839
ينشر ماير أول أبحاثه.	1842
ينشر الجول تعينه الأول للمكافئ الميكانيكي الحراري.	1843
ولد لودج بولتزمان فى فينا.	1844
ينشر ماير ثانى أبحاثه والذي يتضمن حساب المكافئ الميكانيكى الحراري. وفى نفس العام قام طومسون بتطوير النظرية الرياضية لخطوط القوى الكهروستاتيكية. وفى نفس العام أيضاً لاحظ فأرادي تأثير المجال المغناطيسى على الضوء المستقطب.	1845
ينشر جول نتائج تجارب دولاب الحركة لتعيين المكافئ الميكانيكى الحرارى. وفى نفس العام ينشر هيلموتز بحث بعنوان حول حفاظ القوة.	1847
ينشر طومسون مبدأه حول مقياسية درجة الحرارة.	1848
ينشر كلازيوس أول ورقه بحثية له فى نظرية الحرارة والتى قدم فيها الدالة U واستنتج المعادلة $dQ = dU - PdV$.	1850
ينشر طومسون بحث بعنوان حول النظرية الديناميكية للحرارة	1851
يدافع فاراداي عن حقيقة خطوط القوة	1852
يعرف تومسن درجة حرارة مطلقة بدلالة دالة كارنوت. وفى نفس العام قام كلازيوس بنشر ورقته الثانية على نظرية الحرارة ويشتق دالة الحالة، التي مثلت الأنتروبيا لاحقا. وكذلك قام ماكسويل بنشر ورقته الأولى فى الكهرومغناطيسية بعنوان حول خطوط قوى فاراداي.	1854
ينضم طومسن إلى شركة البرقية الأطلسية.	1855
ينشر كلازيوس ورقته الأولى على النظرية الجزيئية للغازات.	1857
ولد ماكس بلانك فى كييل، بألمانيا.	1858
ينشر ماكسويل ورقته الأولى على النظرية الجزيئية للغازات.	1860
ينشر ماكسويل ورقته الثانية فى الكهرومغناطيسية بعنوان " حول الخطوط الفيزيائى للقوة".	1861
ولد والتر نيرنست فى بريبسين، بروسيا الغربية.	1864

1865	ينشر كلازيوس ورقته الأخيرة فى نظرية الحرارة، التي يكمل فيها نظرياته من الطاقة والأنتروبيا، وقام بنص اثنين من قوانين الديناميكا الحرارية. وفى نفس العام قام ماكسـويل بنشـر ورقته الثالثة فى الكهرومغناطيسـية بعنوان"نظرية ديناميكية للمجال الكهرومغناطيسي.
1867	مات فاراداي في محكمة هامبتون، ميدلسيكس، إنجلترا.
1867	ولدت ماريا سكلودوسكا فى وارسو، بولندا.
1871	تم تعيين ماكسـويل فى درجة أسـتاذ كرسـي الفيزياء التجريبية في جامعة كامبردج. وفى نفس العام يذهب هولموتز إلى برلين. كما ولد إيرنسـت رازرفورد قرب نيلسـن، نيوزيلندا.
1873	ينشر ماكسـويل أطروحة فى الكهرومغناطيسـية. وفى نفس العام قام جيبس بنشـر تفسير هندسي للديناميكا الحرارية، مع التأكيد على مفاهيم الطاقة والأنتروبيا.
78-1875	ينشر جيبس على توازن المواد المتباينة.
1878	مات ماير فى هيبابرون، بألمانيا. وفى نفس العام ولد ليس ميبتنر في فينا.
1879	مات ماكسـويل فى كامبردج، بإنجلترا. وفى نفس العام ولد ألبرت آينشـتاين فى أولم، بالمانيا.
1885	ولد نيلز بور فى كوبنهاجن، بالدنمارك.
1887	ولد إيروينشرودينجر فى فينا.
1888	مات كلازويوس فى بون، بألمانيا.
1889	مات جول فى سـال، بإنجلترا. بينما ولد إدوين هابل فى مارشـفيلد، بولاية ميسسورى.
1892	ولد ليس دى برولى فى ديبى، بفرنسا.
1893	نشر نيرنست أول كتاب له " الكيمياء النظرية".
1894	مات هيلموتز فى برلين.
1896	ينشـر بولتزمان الجزء الأول من " محاضـرات فى نظرية الغاز". وفى نفس العام اكتشف هنرى بيكريل النشاط الإشعاعى لليورانيوم.
1898	ينشـر بولتزمان الجزء الثانى من " محاضـرات فى نظرية الغاز". وفى نفس العام أعلن ماري وبيير كوربا كتشافهما لبولونيوم والراديوم.
1900	ينشـر بلانك ورقته على إشـعاع الجسـم الأسـود، والتي قدم فيها (بشـكل محدد) مفهوم تكمأ الطاقة. وفى نفس العام ولد وولفجنج باولى فى فينا.
1901	ينشـر جيبس المبادئ الأسـاسـية للميكانيكا الإحصـائية. وفى نفس العام ولد فيرنز هيزنبيرج فى ورزبورج، بألمانيا. كذلك ولد إنريكو فيرمى فى روما.

1902	نشر رازرفورد وسادى سلسلة أبحاث طوروا فيها نظريتهم للتحول الإشعاعى. وتم تعيين آينشتاين خبير تقني من الدرجة الثالثة في بيرن، سويسرا، دائرة براءات الإختراع. وفى نفس العام ولد باول ديراك فى بريستول، بإنجلترا.
1903	يموت جيبس فى نيوهافن، كونيكتيكت.
1905	يذهب نيرنست إلى برلين. وقام آينشتاين بنشر بحثه فى النسبية " التأثير الكهروضوئي، جسيمات معلقة كجزيئات".
1906	ينشر نيرنست نظريته عن الحرارة. وفى نفس العام يكتشف رازفورد تشتت جسيمات ألفا. ومات بولتزمان فى دييونو (قرية بالقرب من تيريستا) بإيطاليا. وكذلك بيير كورى فى باريس.
1907	مات طومسون بالقرب من لارجس، بإستكلندا. وفى نفس العام يذهب رازرفورد إلى مانشيستر.
1909	ينشر هانز جيجر وإيرنست مارسدين بحثهما فى تشتت جسيم ألفا بواسطة غشاء معدنى
1910	ولد سوبراهما نيان شاندرا سيخار فى لاهور، ثم فى الهند، والأن فى باكستان.
1911	يفترض رازرفورد نموذج نووى للذرة.
1913	ينتقل آينشتاين إلى برلين. وفى نفس العام ينشر بوهر بحث الأول فى تركيب الذرات والجزيئات.
1914-1913	ينشر هنرى موزلى بحثه فى طيف الأشعة السينية للعناصر.
1915	ينشر آينشتاين بحث فى النسبية العامة.
1918	ولد ريتشارد فاينمان فى فار روكواى، نيويورك.
1919	أصبح رازرفورد مدير مختبر جافيندش فى كامبردج.
1921	تم افتتاح معهد بوهر في كوبنهاجن.
1923	قدم دو برولى نظريته عن ازدواجية الموجة-الجسيم للمادة.
1924	يسجل هابل نظريته عن قياسات المسافة الكونية فى ما وراء مجرتنا.
1925	ينشر هيزنبيرج ورقته الأولى على ميكانيكا المصفوفة. وينشر ماكس بورن وهيزنبيرج وبسكال جوردان بحثهم الشامل فى ميكانيكا المصفوفة. وفى نفس العام يقدم بولي مبدأ الاستبعاد.
1926	ينشر شرودنجر ورقته الأولى فى ميكانيكا الموجة. وفى نفس العام ينشر بورن ورقته الأولى فى تفسير احتمالية ميكانيكا الكم. كما ينشر فيرمى ورقته الأولى على الإحصاء الكمى.
1927	يفترض هيزنبيرج مبدأ عدم التحديد.
1928	يدخل ديراك معادلة النسبية للإلكترون.

1929	ولد موراى جيل مان فى نيويورك. نشـر هابل أول أبحاثه فى العلاقة الخطية بين سـرعات تراجع المجرات وبعدها عن الأرض. وفى نفس العام قدم ديراك نظريته للثقب، معرفا الثقب كبروتون.
1931	يفترض ديراك وجود مضـاد للإلكترون، والذي سـمى فيما بعد بالبوزوترون. وفى نفس العام درس جونكوكروفتو إيرنسـت التفاعلات النووية بواسـطة حزم البروتونات المتولدة فى المعجل الخطي.
1933	ينتقل آينشتاين إلى برينكيتون، بنيوجيرسى. وفى نفس العام ينشر فيرمى بحثه على نظرية اضمحلال البيتا.
1934	ماتت ماري كورى فى سانسيليموس، بفرنسا. وفى نفس العام نشر شاندرا سيخار بحثه الأول عن النجم القزم-الأبيض.
1937	تم إكتشـاف الجسـيم الذى عرف لاحقا بليبتون-ميو. وفى نفس العام مات رازرفورد فى كامبردج بإنجلترا.
1938	ميينتر و أوتوو أقترحا نظريتهم للإنشطار النووى.
1939	نشر بوهر وجون ويلر بحثهم حول آلية الانشطار. وفى نفس العام اقترح روبرت أو بين هيمير و جورجفولكوف وريتشـارد تولمان نظرية نجوم النيوترون. كما بين كل من أو بين هيمير وهارتلند سيندر أن النجم المتفجر المثالى يكون ثقب أسود.
1941	مات نيرنست فى في منزله الريفي قرب باد موزكاو، بألمانيا.
1942	أنجز فيرمى وشـركائه أول تفاعل نووى متسـلسـل مسـتمر. وفى نفس العام ولد ستيفان هوكنج فى أكسفورد، بإنجلترا.
1943	يبدأ مختبر لوس ألاموس الوطني العمل بنيو مكسيكو.
1945	إجراء الاختبار الثلاثى لقنبلة البلوتونيوم بالقرب من الاموجوردو، نيو ميكسكو.
1946	اكتشـاف اول جسـيمين-V. وفى نفس العام أقترح جورججاموو نظرية الانفجار الكبير التمهيدى.
1947	مات بلانك فى جوتنجين، بألمانيا. وفى نفس العام أجتمع مؤتمر جزيرة شيلتير.
1948	أجتمع مؤتمر بنكوك. وفى نفس العام طور رالف الفير وهانز بيث وجامو ونظرية الإنفجار العظيم.
1949	أجتمع مؤتمر أولدستون.
1952	أصبح شاندرا سيخار مدير تحرير مجلة الفيزياء الفلكية.
1953	مات هابل فى سـان مارينو، بكاليفورنيا. كما إقترح جيل-مان مخطط الغرابة فى الكاوركاتو الهادرونات.
1954	مات فيرمى فى شيكاغو.
1955	مات أينشتاين فى برينكيتون.

1956	تم التسائل حول حفظحماية التعادل في التفاعلات الضعيفة من قبل تسونج-داو لى و تشين نين يانج. فى نفس العام تم الكشف نيوترينو الإلكترون.
1958	مات باولى زيوريخ، بسويسرا.
1961	مات شـرودينجر فى ألبباش، بالنمسـا. وفى نفس العام افترض جيل-مان تماثل **SU(3)** للتركيب الهادرونى: طريقة الثمانى طبقات.
1962	مات بوهر فى كوبنهاجن. وفى نفس العام تم الكشف عن نيوترينو-الميو.
1964	برهن روجر بينروز على أن الثقوب السوداء يجب أن تحتوي على مفردات.
1965	تم إدخال مفهوم اللون فى فيزياء الجسيم
1967	يبتكر ويلر تعبير "الثقب الأسود"
1968	مات ميتنر فى كامبردج ، بإنجلترا.
1969	برهن هوكنج وبينروز على أن الكون بدأ فى مفردة.
1972	إقترح فينمان نموذج **parton model**.
1973	تم اقتراح نظرية إزياد التجاذب بزيادة المسـافة بين جسـيمات الكوارك وحصـر الكواركات.
1975	تم كشف الليبتون- τ .
1976	مات هيزنبيرج فى ميونخ بألمانيا.
1977	تم تسجيل الدليل العملى لكوراك القاع.
1979	تم تسجيل الدليل العملى للجلواونس (**gluons**).
1984	مات ديراك فى ميامى، بفلوريدا.
1987	مات دى برولى فى باريس.
1988	مات فينمان فى لوس انجلوس، كاليفورنيا.
1989	تم تسجيل الدليل التجريبي لوجود ثلاثة من أجيال فقط للكوركاتواليبتونات.
1995	تم تسجيل الدليل التجريبي لكوراك القمة. ومات شاندرا سيخار فى شيكاغو.
2000	تم الكشف عن نيوترينو - τ

أسماء لها تاريخ في الزمن الجميل

قام عدد من العلماء المسلمين بإسهامات عديدة في العلم في مختلف المجالات على فترات متعاقبة من الزمن، كل على حسب اهتماماته سواء كانت علمية تطبيقية أو دينية أو لغوية أو فلسفية أو اجتماعية. فيما يلي نقدم للقارئ العربي نبذة مختصرة عن هؤلاء العظماء حتى لا ننسى جذورنا.

ابن الهيثم EbinAlhaytham

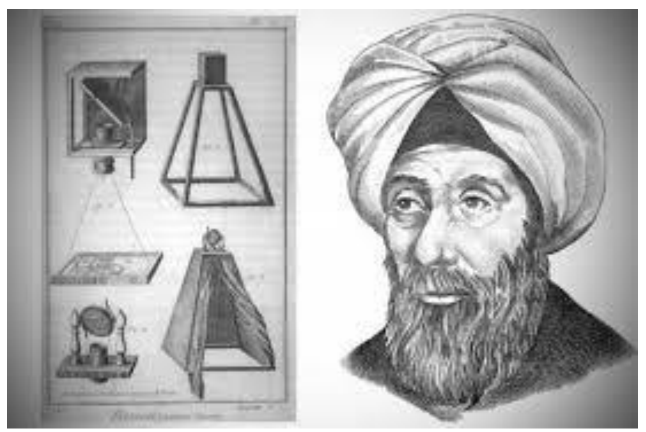
أبو علي الحسن بن الحسن بن الهيثم (354 هـ/965م-430 هـ/1040م) عالم موسوعي مسلم قدم إسهامات كبيرة في الرياضيات والبصريات والفيزياء وعلم الفلك والهندسة وطب العيون والفلسفة العلمية والإدراك البصري والعلوم بصفة عامة بتجاربه التي أجراها مستخدمًا المنهج العلمي، وله العديد من المؤلفات والمكتشفات العلمية التي أكدها العلم الحديث. صحح ابن الهيثم بعض المفاهيم السائدة في ذلك الوقت اعتمادًا على نظريات أرسطو وبطليموس وإقليدس، فأثبت ابن الهيثم حقيقة أن الضوء يأتي من الأجسام إلى العين، وليس العكس كما كان يعتقد في تلك الفترة، وإليه ينسب مبادئ اختراع الكاميرا، وهو أول من شرّح العين تشريحًا كاملاً ووضح وظائف أعضائها، وهو أول من درس التأثيرات والعوامل النفسية للإبصار. كما أورد كتابه المناظر معادلة من الدرجة الرابعة حول انعكاس الضوء على المرايا الكروية، ما زالت تعرف باسم "مسألة ابن الهيثم".

يعتبر ابن الهيثم المؤسس الأول لعلم المناظر ومن رواد المنهج العلمي، وهو أيضاً من أوائل الفيزيائيون التجريبيون الذين تعاملوا مع نتائج الرصد والتجارب فقط في محاولة تفسيرها رياضياً دون اللجوء لتجارب أخرى.

انتقل ابن الهيثم إلى القاهرة حيث عاش معظم حياته، وهناك ذكر أنه بعلمه بالرياضيات يمكنه تنظيم فيضانات النيل. عندئذ، أمره الخليفة الفاطمي الحاكم بأمر الله بتنفيذ أفكاره تلك. إلا أن

ابن الهيثم صـــدم ســـريعا باســـتحالة تنفيذ أفكاره، وعدل عنها، وخوفا على حياته ادعى الجنون، فأجبر على الإقامة بمنزله. حينئذ، كرس ابن الهيثم حياته لعمله العلمي حتى وفاته.

هو من قلب الأوضـــاع القديمة، وأنشـــأ علما جديد وأبطل فيه علم المناظر الذي وضـــعة اليونان، وأنشـــأ علم الضـــوء الحديث، وأن أثره فيه كأثر نيوتن فى الميكانيكا. أبن الهيثم من عباقرة العرب الذين ظهروا فى القرن العاشـــر للميلاد فى البصـــرة ومن الذين نزلوا مصـــر واســـتوطنوها. ظهر ابن الهيثم فى البصرة وكانت ولادته حوالى عام **965**م وتوفى فى مصر فى حدود عام **1039** م.



ابن الهيثم (354 هـ/965م-430 هـ/1040م)

ترك ابن الهيثم آثار خالدات فى الطبيعة والرياضيات ولولاه لما كان علم البصريات على ما هو عليه الأن. ولابن الهيثم رسـائل عديدة فى الفلك نزيد على عشـرين رسـالة، عرف منها ثلاث رسـائل: تبحث فى مائية الأثر على وجه القمر وفى ارتفاع القطب وهيئة العالم.

ابن باجة EbinBagah

هو أبو بكر محمد بن يحيى بن الصائغ ابن باجة التجيبي. ولد ابن باجة فى سرقسطة فى أواخر القرن الحادى عشـــر الميلادى وتوفى فى فاس عام **1138** م. كام أبن باجة من الفلاســـفة العرب الأعلام الذين ظهروا فى الأندلس فى أواخر القرن الحادى عشر للميلادى وأشتهر بالطب والرياضيات والفلك وكان محل العلماء والمؤرخين. يعرف عند الغرب باللاتينية: **Avempace** : آفيمبس.

نشـأ ابن باجة في سـرقسـطة وعمل كاتبا لإبراهيم بن تيفلويت الذي كان يكرمه بسخاء بالغ إذ كان كلاهما يحب الموشـحات والموسـيقى حتى عينه بن تيفلويت وزيرا وبقي كذلك حتى وفاته بعد أن اسـتطاع ألفونسـو المحارب إسـقاط دولة بني هود في سـرقسـطة، اتجه بن باجه إلى شـاطبة حيث كانت لا تزال تحت سيطرة أبو إسحق إبراهيم بن يوسف بن تاشفين وكانت علاقة بن باجه بابن أبي الزهر والفتح بن خاقان سـيئة حتى أن بن خاقان ألف كتاب قلائد العقيان ومحاسـن الأعيان ردا على بن باجة اتهمه فيه بالإلحاد والزندقة ومع ذلك بقي بن باجة وزيرا للمرابطين لمدة عشرين سنة على الأقل حتى مات. تشير عدة مصادر إلى أنه قتل مسموما في مدينة فاس المغربية من قبل بعض خصومه من الأطباء والأدباء. رغم موقف المرابطين المتشدد من العلماء أمثال بن باجة، إلا أنه عين قاضيا على مراكش.

ابن حزم الأندلسى **Ebin Hazm Alandalosi**

هو أبو محمد علي بن حزم الأندلسـي (**30** رمضـان **384** هـــ / **7** نوفمبر **994**م في قرطبة - **28** شـعبان **456** هـــ / **15** اغسـطس **1064**م)، يعد من أكبر علماء الأندلس وأكبر علماء الإسـلام تصـنيفا وتأليفا بعد الطبري، وهو إمام حافظ. فقيه ظاهري، ومجدد القول به، بل محيي المذهب بعد زواله في الشـرق. ومتكلم، أديب، وشـاعر، ونسـابة، وعالم برجال الحديث، وناقد محلل، بل وصفه البعض بالفيلسوف. وزير سياسي لبني أمية، سلك طريق نبذ التقليد وتحرير الأتباع. قامت عليه جماعة من المالكية وشـرد عن وطنه. توفي في منزله في أرض أبويه منت ليشم المعروفة بمونت يخار حالياً، وهي عزبة قريبة من ولبة.



علي بن حزم الأندلسي، طابع بريدي في ذكرى الفيته، اسبانيا

كان لابن حزم مجموعة من المواهب والعبقريات. فهو الوزير أبن الوزير ومن أصحاب الجاه الواسع العريض. نشأ فى قرطبه فى القرن الحادى عشر للميلاد فى أسرة ضمت فتية العلم والأدب وهو من بيت عريق بالمجد حافل بالترف والنعم، الأمر الذي لم يدم كثيراً فقد تنكر له الزمان وتعرض للنكبات والمصائب وأصابه الاعتقال والتغريب والأغرام الفادح ولحقه الأذى والكيد من كل جانب ولم ينعم بالاستقرار والاطمئنان. ومع ذلك ترك أبن حزم مؤلفات ضخمة فى الفلك والفلسفة والشريعة.

إبن رشد EbinRoshd

هو أبو الوليد محمد بن أحمد بن محمد بن أحمد بن أحمد بن رشد (**520** هـ-**595** هـ) واشتهر باسم ابن رشد الحفيد (مواليد **14** إبريل **1126**م، قرطبة -توفي **10** ديسمبر **1198**م، مراكش) هو فيلسوف وطبيب وفقيه وقاضي وفلكي وفيزيائي أندلسي. نشأ في أسرة من أكثر الأسر وجاهة في الأندلس والتي عرفت بالمذهب المالكي، حفظ موطأ مالك، وديوان المتنبي. ودرس الفقه على المذهب المالكي والعقيدة على المذهب الأشعري. يعد ابن رشد من أهم فلاسفة الإسلام. دافع عن الفلسفة وصحح علماء وفلاسفة سابقين له كابن سينا والفارابي في فهم بعض نظريات أفلاطون وأرسطو. قدمه ابن طفيل لأبي يعقوب خليفة الموحدين فعينه طبيباً له ثم قاضياً في قرطبة. تولّى ابن رشد منصب القضاء في أشبيلية، وأقبل على تفسير آثار أرسطو، تلبية لرغبة الخليفة الموحدي أبي يعقوب يوسف، تعرض ابن رشد في آخر حياته لمحنة حيث اتهمه علماء الأندلس والمعارضين له

بالكفر والإلحاد ثم أبعده أبو يوسـف يعقوب إلى مراكش وتوفي فيها (**1198** م). تناول أبن رشـد فى بعض مؤلفاته الميليئة بالآراء فى الحركة والقصـور الذاتى والتى تعتبر تمهيد لبعض معاني علم الديناميكا الحديث.



لوحة تظهر ابن رشد من أعمال الفنان الإيطالي أندريا دافيرنزي (فلورانسا القرن الرابع عشر)

ابن سينا **Ebin Seena**

ابن سـينا هو أبو علي الحسـين بن عبد الله بن الحسـن بن علي بن سـينا، عالم وطبيب مسـلم من بخارى، اشتهر بالطب والفلسفة واشتغل بهما. ولد في قرية أفشنة بالقرب من بخارى (في أوزبكستان حالياً) من أب من مدينة بلخ (في أفغانستان حالياً) وأم قروية. ولد سنة **370** هـ (**980**م) وتوفي في مدينة همدان (في إيران حاليا) سـنة **427** هـــ (**1037**م). عرف باسـم الشـيخ الرئيس وسـماه الغربيون بأمير الأطباء وأبو الطب الحديث في العصـور الوسـطى. وقد ألف **200** كتابا في مواضـيع مختلفة، العديد منها يركز على الفلسـفة والطب. ويعد ابن سـينا من أول من كتب عن الطب في العالم ولقد اتبع نهج أو أسـلوب أبقراط وجالينوس. وأشـهر أعماله كتاب القانون في الطب الذي ظل لسبعة قرون متوالية المرجع الرئيسي في علم الطب، وبقي كتابه (القانون في الطب) العمدة في تعليم هذا الفنِّ حتى أواسط القرن السابع عشر في جامعات أوربا ويُعد ابن سينا أول من وصف

التهاب السحايا الأولي وصفا صحيحا، ووصف أسباب اليرقان، ووصف أعراض حصى المثانة، وانتبه إلى أثر المعالجة النفسانية في الشفاء. وكتاب الشفاء.



رسم لـ ابن سينا يقوم بكتابة كتاب القانون في الطب.

كان ابن سينا أعظم علماء الإسلام ومن أشهر مشاهير العلماء العالميين. لقد كان إنتاجه العلمى متنوعاً وغزيراً، فكتب فى الفلسفة، والطب، والطبيعيات، والنفس، والمنطق، والرياضيات ووضع فيها ما يزيد على مائة مؤلف ورسالة.

فيما يخص الفيزياء، استنبط ابن سينا آله تشبه القدمة ذات الورانية (**Vernier**)، وهي آلة تستعمل لقياس طول أصغر أقسام المسطرة المقسمة لقياس الأطوال بدقة متناهية. كما درس إبن سينا دراسة عميقة بحوث الزمان والمكان والحيز والإيصال والقوة والفراغ والنهاية واللانهاية والحرارة والتنوير (الإضاءة). وقال" إن سرعة النور محدودة وإن شعاع العين يأتى من الجسم المرئى إلى العين. كما عمل تجارب عديدة فى الوزن النوعى، كما ساهم فى التمهيد لبعض معانى علم الديناميكا الحديث.

مجمل القول: أن ابن سينا قد أدى رسالة الحياة على أفضل وأنتج ما يكون الأداء، وحرك عقله الفعال فأخرج من المؤلفات والرسائل ما جعله من مفاخر العالم ومن أشهر علمائه، فقد أبدع فى

الإنتاج فى الحكمة والفلســفة مما أدى إلى حركة فكرية واســعة دفعت بالعلم والفكر إلى النمو والتقدم.



ابن سينا (370 هـ (980م) - 427 هـ (1037م))

ابن يونس المصري EbinYounes

هو أبوســعيد عبد الرحمن بن أحمد بن يونس بن عبد الأعلى الصــدفي المصــرى. ولد أبن يونس فى مصر وتوفى فيها حوالى عام 1009 م. كان ابن يونس من مشاهير الرياضيين والفلكيين الذى ظهروا بعد البتانى وأبى الوفاء البوزجانى ويعتبر من فحول علماء القرن الحادى عشــر وقد يكون أعظم فلكى ظهر فى مصــر. لقد ســبق أبن يونس غاليليو فى اختراع الرقاص (الخطار) واســتعماله فى الســاعات الدقاقة. كما وجد ابن يونس القيمة التقريبية إلى الجيب (1^{o}) وقام بحســاب ظلال التمام ووضعها فى جداول واخترع حساب الأقواس التى تسهل قوانين التقويم.

ومن أعظم أعماله الفلكية أنه حسب بدقة عظيمة ميل دائرة البروج، وذلك بعد أن رصد كسوف الشمس وخسوف القمر.ولقد برع ابن يونس في حساب المثلثات، وهو أول من توصل إلى حل بعض معادلات حساب المثلثات التي تستخدم في علم الفلك، وله فيها بحوث قيمة ساعدت في تقدم علم المثلثات، فهو أول من وضــع قانوناً في حســاب المثلثات الكروية، وكانت له أهمية كبرى عند علماء الفلك، قبل اكتشــاف اللوغاريتمات، إذ يمكن بواســطة ذلك القانون تحويل عمليات الضــرب في حســاب المثلثات إلى عمليات جمع، فســهل حل كثير من المســائل الطويلة المعقدة.ويرجع إلى ابن

يونس اختراع رقاص الساعة، كما أظهر ابن يونس براعة كبرى في حل كثير من المسائل العويصة في علم الفلك.ورصد ابن يونس كسوف الشمس والقمر في القاهرة في **978**م، فجاء حسابه أقرب ما عرف، إلى أن ظهرت آلات الرصد الحديثة.

البتانى Al Batani

هو أبو عبد الله محمد بن جابر بن سنان البتاني، المكنّى بـ"البتاني" نسبة إلى مسقط رأسه "بتان"، وهو عالم فلك ورياضيات وأحد نوابغ العلم في وقته، لقبه البعض ببطليموس العرب، ويعتبره العالم الفرنسي لالاند من العشرين فلكياً المشهورين في العالم كله.

البتانى هو من عباقرة العالم الذين وضعوا نظريات هامة وأضافوا بحوثا مبتكرة فى الفلك والجبر. ولد البتانى فى بتان (من نواحى حران) حوالي عام **850** م وتوفى فى العراق عام **929**م. رأى البتانى أن شروط التقدم فى علم الفلك هى التبحر فى نظرياته ونقدها والمثابرة على الأرصاد والعمل على إتقانها.



البتاني (850-929م) حاملا إسطرلابه.

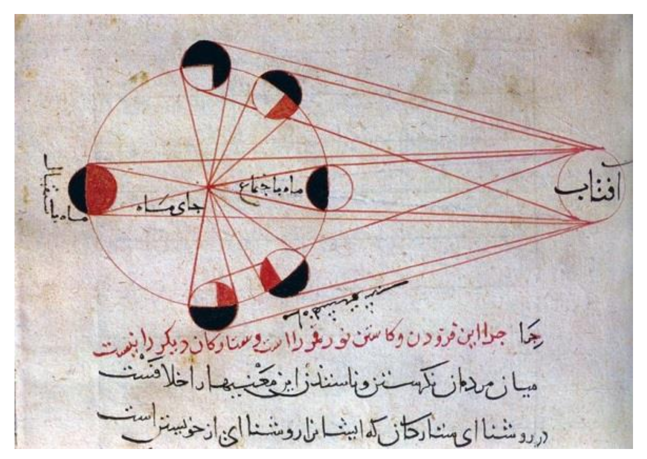
للبتانى أرصاد جليلة للكسوف والخسوف واعتمد عليها نونثون (**Dunthorme**) عام **1749** فى تحديد تسارع القمر فى حركته خلال قرن من الزمن. لقد حملت مؤلفاته علماء الفلك فى أوربا على الاعتراف بقيمته العلمية وأهميته التاريخية.

البيرونى Al Bayrooni

هو أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني (5 سـبتمبر 973 -13 ديسـمبر 1048) عالم مسـلم كان رحالة وفيلسوفا وفلكيا وجغرافيا وجيولوجيا ورياضيات وصيدلية ومؤرخا ومترجما لثقافات الهند. وصف بأنه من بين أعظم العقول التي عرفتها الثقافة الإسلامية، وهو أول من قال إن الأرض تدور حول محورها، صنف من الكتب ما يقرب من المائة والعشرين مصنف.

ولد البيرونى فى خوارزم عام 973 م وتوفى فيها عام 1048 م. ولا أفضـل من مقولة العالم الألمانى سـخاو فى أن البيرونى يعتبر أعظم عقلية عرفها التاريخ. البيرونى من علماء القرن الحادى عشـر للميلاد ومن ذوى العقول الجبارة. اشـتهر فى كثير من العلوم وفاق علماء عصـره وعلا عليهم، وكانت له ابتكارات وبحوث مستفيضة ونادرة فى الرياضيات والتاريخ. كما اشتهر البيرونى بالطبيعة وله فيها جولات موفقة، ولا سيما فى علم الميكانيكا والأيدروستاتيكا. ولجا فى بحوثه إلى التجربة وجعلها محور اسـتنتاجه. فقد عمل تجربة لحسـاب الوزن النوعى لأكثر من 18 عنصـر ومركب بعضـها كان من الأحجار الكريمة وكانت نتائجه دقيقة إلى حد كبير.

وأهتم البيرونى بمجال الفلك، فكانت أرصاده التى وضعها فى مؤلفات بسيطة. كما أنه ابتكر طريقة لاستخراج محيط الأرض واستعمل فى ذلك معادلة لحساب نصف قطر الأرض سماها بعض علماء الإفرنج بقاعدة البيرونى. وللبيرونى مآثر فى ميادين أخرى، ضـمنها أكثر من مئة وعشـرين كتاباً ورسالة وقد نقل القليل منها إلى اللاتينية والإنكليزية والفرنسية والألمانية. وكانت منهلاً لعلماء الغرب ومصدراً من المصادر الهامة فى دراستهم العلمية والتاريخية.



رسم إيضاحي في كتاب "التفهيم" للبيروني باللغة الفارسية يبين أطوار القمر.

أبو الوفاء البوزجانى Abu Alwafaaa Albozgani

هو أبو الوفاء محمد بن محمد بن يحيى بن إسماعيل بن العباس البوزجاني (**328** هـ - **388** هـ / **940** - **998**م) عالِم رياضيات مسلم من فارس، وعالم فلك عمل في بغداد، ولد في مدينة بوزجان بخراسان سنة (**328** هـ / **940**م). بإقليم نيسابور. انتقل إلى بغداد عام **959** واستقر بها حتى وفاته (**387** هـ / **998**م. من أعظم رياضيي المسلمين، ومن الذين لهم فضل كبير في تقدم العلوم الرياضية. ولد في بوزجان، وهي بلدة صغيرة بين هراة ونيسابور، في مستهل رمضان سنة **328** هـ. قرأ على عمه المعروف بأبي عمرو المغازلي، وعلى خاله المعروف بأبي عبد الله محمد بن عنبسة، ما كان من العدديّات والحسابيات. ولما بلغ العشرين من العمر انتقل إلى بغداد حيث فاضت قريحته ولمع اسمه وظهر للناس إنتاجه في كتبه ورسائله وشروحه لمؤلفات إقليدس و ديوفنطس والخوارزمي. وفي بغداد قدم أبو الوفاء سنة **370** هـ أبو حيان التوحيدي إلى الوزير ابن سعدان فباشر في داره مجالسه الشهيرة التي دوّن أحداثها في كتاب الامتاع والمؤانسة وقدمه إلى أبي الوفاء. في بغداد قضى البوزجاني حياته في التأليف والرصد والتدريس. وقد انتخب ليكون أحد أعضاء المرصد الذي أنشأه شرف الدولة، في سراية، سنة **377** هـ. وكانت وفاته في **3** رجب **388** هـ على الأرجح.

يعتبر أبو الوفاء أحد الأئمة المعدودين في الفلك والرياضيات، وله فيها مؤلفات قيمة، وكان من أشهر الذين برعوا في الهندسة، أما في الجبر فقد زاد على بحوث الخوارزمي زيادات تعتبر أساساً لعلاقة الجبر بالهندسة، وهو أول من وضع النسبة المثلثية (ظلّ) وهو أول من استعملها في حلول المسائل الرياضية، وأدخل البوزجاني القاطع والقاطع تمام، ووضع الجداول الرياضية للماس، وأوجد طريقة جديدة لحساب جدول الجيب، وكانت جداوله دقيقة، حتى أن جيب زاوية 30 درجة كان صحيحاً إلى ثمانية أرقام عشرية، ووضع البوزجاني بعض المعادلات التي تتعلق بجيب زاويتين، وكشف بعض العلاقات بين الجيب والمماس والقاطع ونظائرها.وظهرت عبقرية البوزجاني في نواح أخرى كان لها الأثر الكبير في فن الرسم. فوضع كتاباً عنوانه (كتاب في عمل المسطرة والبركار والكونيا) ويقصد بالكونيا المثلث القائم الزاوية. وفي هذا الكتاب طرق خاصة مبتكرة لكيفية الرسم واستعمال الآلات ذلك. لقد كان البوزجاني من ألمع علماء المسلمين الذين كان لبحوثهم ومؤلفاتهم الأثر الكبير في تقدم العلوم، ولا سيما الفلك، والمثلثات، وأصول الرسم. وفوق ذلك كله كان من الذين مهدوا لإيجاد الهندسة التحليلية بوضعه حلولاً هندسية لبعض المعادلات الجبرية العالية ... وقد سحرت بحوثه بعض العلماء الغربيين فراحوا يدعون محتويات كتبه لأنفسهم.



صورة مرسومة لأبو الوفاء البوزجاني (940 – 998م).

تميز البوزجاني على سواه من العلماء المسلمين هي أنه وضع مؤلفات ورسائل في الرياضيات والفلك للخاصة والعامة أفاد منها العلماء المتخصصون من جهة، كما أفاد منها عامة الشعب، من جهة ثانية في أعمالهم وحياتهم اليومية.

الخازن Al Khazen

هو أبو الفتح عبد الرحمن المنصور ويطلق عليه في معظم الاحيان (الخازن). ظهر الخازن فى مرو (من مدن خرسان) فى النصف الأول من القرن الثانى عشر للميلاد. لمع الخازن فى سماء البحث والابتكار وأشتغل فى الطبيعة ولا سيما فى بحوث الميكانيكا فبلغ فيها الذروة، واتى بما لم يأت به غيره من الذين سبقوه من علماء اليونان والعرب. كما وفق فى عمل زيج فلكي سماه (الزيج المعتبر السنجارى) وفيه حسب مواقع النجوم لعام **1115-1116** م، وجمع أرصاد أخرى هى فى غاية الدقة بقيت مرجعاً للفلكيين مدة طويلة.

تميزت إبداعات الخازن في الفيزياء والفلك وفى بعض فروع الرياضيات، وحقق العديد من الإسهامات والمبتكرات والمنجزات والاختراعات التي أدت إلى تمهيد الطريق لمجيء العالم الإيطالي "جاليليو" في القرن السادس عشر الميلادي، واختراعه مقياس الحرارة "ترمومتر"، وابتكر الخازن مقياساً للكثافة يقيس كثافة الهواء والغازات، وهو تقريباً الإيرومتر. ومن المعروف أن مقدار الكثافة يتوقف على درجة الحرارة، ولذلك استعمل الخازن مقياسه هذا في تقدير درجات حرارة السوائل، إضافة إلى قياس الكثافة. وبحث الخازن في طرق تحديد كثافة الأجسام الصلبة والسوائل، وكذلك الأوزان النوعية للأجسام. كما قدّر الكثافة لكثير من العناصر والمركبات، بدرجة عظيمة من الدقة. وتوسع في تطبيق قاعدة أرشميدس الخاصة بالأجسام المغمورة في السوائل، إذ وجدها تنطبق أيضاً على الغازات أي الأجسام المغمورة في الغازات. وأجرى تجارب لتحقيق قاعدة الطفو والاستفادة منها تطبيقياً وبحث في مقادير الأجزاء المغمورة من الأجسام الطافية على سطوح السوائل. وقد مهدت نتائج هذه التجارب لاختراع "الباروميتر" ومفرغات الهواء والمضخات المستعملة لرفع المياه. وبين الخازن أن للهواء وزناً وقوة رافعة كالسوائل، وأن وزن الجسم في الهواء

ينقص عن وزنه الحقيقي، ويتوقف هذا على كثافة الهواء. وهكذا يكون الخازن قد سـبق العالم الإيطالي "تورشـيللي" في بحث كتلة الهواء وضـغطه على الأسـطح والأجسـام. وإن كان الغربيون يعتقدون أن تورشيللي الذي جاء بعد الخازن بخمسة قرون أول من قام بذلك.

واسـتكمل الخازن بحوث العالم المسـلم البيروني في الجاذبية الأرضـية، فأوضـح في مؤلفاته أن الأجسام تتجه في سقوطها إلى الأرض وهذا ناتج عن قوة تجذب هذه الأجسام في اتجاه مركز الأرض. ويرى أن اختلاف قوة الجذب يتوقف على المسافة بين الجسم والمركز المتجه إليه، وهذه هي العلاقة التي تنص عليها قوانين ومعادلات جاليليو ونيوتن في القرن السـابع عشـر الميلادي. وبحث الخازن مراكز ثقل الأجسـام المختلفة، وتحديدها، وتوصـل إلى بيان طبيعة عمل الروافع وبعض الآلات وكيفية الانتفاع بها. واخترع ميزاناً ذا خمسـة أكف، اسـتطاع به التحقق من الأحجار الكريمة الأصـيلة وهو الميزان الذي اسـتعمله لوزن الأجسـام في الهواء وفي الماء. وأجرى تجارب في مجال الأنابيب الشعرية ذات الفتحة الواحدة. وأجري أرصـاداً لمواقع بعض النجوم، وصـفها العلماء من بعده بأنها أرصـاد دقيقة جدا. وبحث في أدوار توافق الحركات المعتبرة، وإن كان الوصـول إلى مثلها غامضاً جدا، لكثرة الحسابات فيها.

وخلف ابن الخازن مصـنفات علمية رائدة في الفيزياء والفلك والرياضيات، ومن أشـهر كتبه، كتابان أحدهما في الفيزياء، وهو "ميزان الحكمة" ، والآخر في الفلك، وهو "الزيج المعتبر السـنجري". أما كتاب "ميزان الحكمة" فهو الذي لفت أنظار العالم إليه وجعله يتعرف شـيئاً فشـيئاً على تراثه العلمي في الهيدروستاتيكا والفلك.

الخوارزمى Al khwarizmi

هو أبو عبد الله محمد بن موسى الخوارزم من وضع علم الجبر وعلم الحساب للناس آجمعين. ولد فى خوارزم وأقام فى بغداد وظهر فى عصـر المأمون وتوفى حوالي عـام **850** م. برز الخوارزمى فى الرياضـيات والفلك، وكان له أكبر الأثر فى تقدمهما وارتقائهما، كما أنه أول من اسـتعمل كلمة "الجبر" ومن هنا أخذ الإفرنج هذه الكلمة فى لغتهم وكفاه فخراً أنه أول من ألف كتاباً فى الجبر. كما

أبدع الخوارزمى فى الفلك وأتى على بحوث مبتكرة فيه. لقد حلق الخوارزمى فى سـماء الرياضـيات، وكان نجماً متألقاً فيها، اهتدى بنوره علماء العرب وعلماء أوربا، وكلهم مدين له بالفضــل، بل المدنية الحديثة مدينة له بما أضاف من كنوز جديدة إلى كنوز المعرفة الحديثة.



صورة معبرة عن محمد بن موسى الخوارزمي

يعتبر الخوارزمى من أوائل علماء الرياضـيات المسـلمين حيث سـاهمت أعماله بدور كبير في تقدم الرياضيات في عصره. اتصل بالخليفة العباسي المأمون وعمل في بيت الحكمة في بغداد وكسب ثقة الخليفة إذ ولاه المأمون بيت الحكمة كما عهد إليه برسـم خارطة للأرض عمل فيها أكثر من **70** جغرافيا، وقبل وفاته في **850** م/**232** هــ كان الخوارزمي قد ترك العديد من المؤلفات في علوم الفلك والجغرافيا من أهمها كتاب الجبر والمقابلة الذي يعد أهم كتبه وقد ترجم الكتاب إلى اللغة اللاتينية في سـنة **1135**م وقد دخلت على إثر ذلك كلمات مثل الجبر **Algebra** والصـفر **Zero** إلى اللغات اللاتينية.

ثابت بن قرة Thabet bin Korah

ثابت بن قرة بن مروان (**221** هـ/**836** م - **26** صفر **288** هـ/**19** فبراير **901** م) عالم عربي اشـتهر بعمله في الفلك والرياضـيات والهندسـة والموسـيقى. ولد في مدينة حران الشـامية، الواقعة على نهر البليخ أحد روافد نهر الفرات، وتقع في تركيا اليوم. ثابت بن قرة هو من الذين مهدوا لإيجاد حسـاب التكامل والتفاضـل، وكانت عبقريته متعددة الجوانب، فقد نبغ فى الطب،

والرياضيات، والفلك، والفلسفة، ووضع فيها مؤلفات جليلة. ولد ثابت بن قرة فى حران عام 835 م ثم انتقل إلى بغداد واشتغل بعلوم الأوائل فمهر فيها وبرع، وتوفى فى بغداد عام 900 م.

ومن أشهر أعماله الكتاب الذي بين فيه مذاهب الشمس وما أدركه بالرصد فى مواضع أوجها ومقدار سنيها وكمية حركتها وصور تعديلها. فقد استخرج حركة الشمس، وحسب طول السنة النجمية، فكانت أكثر من الحقيقة بنصف ثانية وحسب ميل دائرة البروج وقال بحركتين: مستقيمة ومتقهقرة لنقطتى الاعتدال.

جابر بن حيان Gaber bin Hayan

جابر بن حيان بن عبد الله الأزدي عالم مسلم عربي، اختلف من اي بطون الازد ينسب فقيل انه من بارق وقيل من غامد نظراً لانتشار اسم حيان في ذاك الوقت بين هاتين القبيلتين واشهرهم حيان البارقي الكوفي التابعي والراوي. برع في علوم الكيمياء والفلك والهندسة وعلم المعادن والفلسفة والطب والصيدلة، ويعد جابر بن حيان أول من استخدم الكيمياء عمليًا في التاريخ.

ولد جابر بن حيان (على أشهر الروايات) في سنة 101 هـ/721 م وقيل أيضاً 117 هـ / 737 معالم عربي وقد اختلفت الروايات على تحديد مكان مولده فمن المؤرخين من يقول بأنه من مواليد الجزيرة على الفرات شرق سوريا، ومنهم من يقول أن أصله من مدينة حران من أعمال بلاد ما بين النهرين في سوريا. ولعل هذا الانتساب ناتج عن تشابه في الأسماء فجابر المنسوب إلى الأندلس هو العالم الفلكي العربي جابر بن أفلح الذي ولد في إشبيلية وعاش في القرن الثاني عشر الميلادي. ويذهب البعض إلى أنه ولد في مدينة طوس من أعمال خراسان.

في بداية القرن العاشر الميلادي، كانت هوية وأعمال جابر بن حيان مثار جدل كبير في الأوساط الإسلامية. وكانت كتبه في القرن الرابع عشر من أهم مصادر الدراسات الكيميائية وأكثرها أثراً في قيادة الفكر العلمي في الشرق والغرب، وقد انتقلت عدة مصطلحات علمية من أبحاث جابر العربية إلى اللغات الأوروبية عن طريق اللغة اللاتينية التي ترجمت أبحاثه إليها وعرف باسم Geber او Yeber.

وصــفه ابن خلدون في مقدمته وهو بصــدد الحديث عن علم الكيمياء فقال: إمام المدونين جابر بن حيان حتى إنهم يخصونها به فيسمونها علم جابر و له فيها سبعون رسالة كلها شبيهة بالألغاز». قال عنه أبو بكر الرازي في «ســر الأســرار» : «إن جابراً من أعلام العرب العباقرة وأول رائد للكيمياء»، وكان يشـير إليه باسـتمرار بقوله الأسـتاذ جابر بن حيان. وقال عنه الفيلسـوف الإنكليزي فرانسـيس بيكون: "إن جابر بن حيان هو أول من علّم الكيمياء للعالم، فهو أبو الكيمياء"، وقال عنه العالم الكيميائي الفرنسـي مارسـيلانب يرتيلو في كتابه (كيمياء القرون الوسـطى): "إن لجابر بن حيان في الكيمياء ما لأرسـطو في المنطق". إنه أحد أعلام العرب والذي أعترف علماء أوربا له بالفضـل والسبق والنبوغ.



صوره لجابر بن حيان

أشـتهر جابر بن حيان باشـتغاله فى العلوم ولا سـيما الكيمياء وله فيها وفى المنطق والفلسـفة تآليف كثيرة وقد فحص ما خلفه الأقدمون، فخالف أرسـطو فى نظريته عن تكوين الفلزات وخرج بنظرية جديدة. إمتاز جابر عن غيره من العلماء بكونه فى مقدمة الذين عملوا التجارب على أســاس علمى، وهو الأســاس الذي نسـير عليه آن فى المعامل والمختبرات. كما طلب من الذين يعنون بالعلوم الطبيعية ألا يحاولوا عمل شـيء مسـتحيل أو عديم النفع، وعليهم أن يعرفوا السـبب فى إجراء كل عملية. لهذا، لا عجب إذا كان جابر بن حيان قد وفق فى كثير من العمليات مثل: التبخير، التقطير، التكليس، الإذابة، التبلور، والتصعيد وغيرها.

نصر الدين الطوسى Nasr El Din Al Toosi

هو أبو جعفر محمد بن محمد بن الحسن الطوسي (18 فبراير 1201 - 26 يونيو 1274)، المعروف باسم نصير الدين الطوسى عالم فلكي وبيولوجي وكيميائي ورياضياتي وفيلسوف وطبيب وفيزيائي ومتكلّم ومرجع شيعي فارسي.[1.]

ولد نصر الدين فى طوس عام 1201 م وتوفى فى بغداد عام 1273 م. نصر الدين الطوسى هو أحد القلائل الذين ظهروا فى القرن السادس للهجرة وهو من الذين اشتهر بلقب علامة. تجلت براعة الطوسى وتجلى حبه للعلم ورغبته فى البحث والدراسة، فاستغل مكانته عند الخلفاء وتصرف فى المال الذي تحت تصرفه فى بناء مرصد مراغة الذي اشتهر بآلاته وراصديه.

كتب نصير الدين في المثلثات، والفلك، والجبر، والهندسة، والحساب، والتقاويم، والطب، والجغرافية، والمنطق، والأخلاق، والموسيقي، وغيرها من المواضيع. كما ترجم بعض كتب اليونان وعلق على مواضيعها شارحاً ومنتقداً. ومن أشهر مؤلفاته: كتاب شكل القطاع". وهو أول مؤلف فرق بين حساب المثلثات وعلم الفلك. يقول عنه كارادي فو: "هو مؤلف من الصنف الممتاز في علم المثلثات الكروية". ترجم إلى اللاتينية والفرنسية والإنجليزية، وظل الأوربيون يعتمدون عليه لعدة قرون. كذلك كتاب" التذكرة النصيرية"، وهو كتاب عام لعلم الفلك. أوضح فيه كثيراً من النظريات الفلكية، وفيه انتقد "كتاب المجسطي" لبطليموس. ويعترف "سارطون" بأن هذا الانتقاد يدل على عبقرية الطوسي وطول باعه في الفلك. كذلك "كتاب قواعد الهندسة"؛ و "كتاب في الجبر والمقابلة"؛ و "كتاب ظاهرات الفلك"؛ و "كتاب تحرير المناظر" في البصريات. وقد كتب نصير الدين مصنفاته بالعربية والفارسية، وترجمت إلى اللاتينية وغيرها من اللغات الأوربية في العصور الوسطى، كما تم طبع العديد منها.

كان المفهوم السائد في الوقت الذي عاش فيه نصير الدين الطوسي هو مفهوم مركزية الارض -اي ان الأرض هي مركز الكون-أنتقد الطوسي هذا النظام وحاول ايجاد بدائل له وحل معدل المسار.

تمكن الطوسي من ابداع طريقة رياضية عرفت فيما بعد بمزدوجة الطوسي نقضت نظرية أرسطو والتي كانت تنص على ان الحركة اما خطية واما دائرية حيث أثبت الطوسي بانه من الممكن ان تنتج حركة خطية من حركتان دائريتان. وأستعمل هذه التقنية لحل إشكالية النظام البطلمي معدل المسار للعديد من الكواكب. لكنه لم يستطع ايجاد تفسير لحركة عطارد، والتي حلت لاحقا من قبل ابن الشاطر بالاعتماد على مزدوجة الطوسي. ويعتقد العديد من العلماء بان مزدوجة الطوسي وجدت طريقها لمكتبة الفاتيكان بعد سقوط القسطنطينية عام **1453** م لتصل إلى نيكولاس كوبرنيكوس الذي اعتمد عليها في نظريته الشهيرة مركزية الشمس والتي غيرت علم الفلك جذريا وانهت الاعتقاد السائد بان الارض هي مركز الكون.



صورة معبرة عن نصير الدين الطوسي

تمكن الطوسي أيضا ومن خلال ملاحظاته في مرصد مراغة والذي كان أفضل المراصد في ذاك الوقت، أن يضع الجدول الادق لحركة الكواكب في ذاك الوقت في كتابه الزيج الأخليني وأستغرق في ذلك **12** سنة. حيث يحتوي هذا الكتاب على جدول فلكي لحساب مواقع الكواكب وأسماء النجوم وقد أستخدم بشكل واسع حتى اكتشاف نظام مركزية الشمس لنيكولاس كوبرنيكوس. كما استطاع تحديد معدل الانحراف السنوي لمحور الأرض وهي **51** درجة\سنة، وهي قريبة من الدرجة المكتشفة حديثا وهي **50.2**.

كما تمكن الطوسي أيضا من يضع وصفا دقيقا لمجرة درب التبانة حيث قال في كتابه التذكرة ان درب التبانة مخلوقة من عدد هائل النجوم الصغيرة المتقاربة، ولشدة صغرها وتركيزها تبدو كرقع غيميه لذلك تكون قريبة من لون الحليب، وهذا ما تم اكتشافه بعد ثلاث قرون عندما استعمل جاليليو التلسكوب ليكتشف بان المجرة مكونة من عدد هائل من النجوم الخافتة.

إن مكتبة الطوسى فى الرياضيات والفلك مكتبة قيمة زادت فى الثروة الإنسانية العلمية ودفعت بها إلى الارتقاء. وكان كتابه (شكل القطاع) أول كتاب يفصل المثلثات عن الفلك ويجعل المثلثات علماً مستقلاً.

بعض المراجع المفيدة

- الفيزياء العامة لغير المتخصصين، تأليف / د. يسرى مصطفى، د. الحسيني الطاهر، د. دعاء محمود، د. عفاف معوض، دار النوارس للطباعة والنشر، مصر، 2016.
- فيزياء الحالة الصلبة وتطبيقاتها، المرجع الشامل، تأليف/ د. يسرى مصطفى و د. احمد الغامدى، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، 1436 هـ.
- الفيزياء في علم الأحياء والطب (الطبعة الرابعة) تأليف/ بول ديفيدوفيتس، السفير 2008.
- الفيزياء في عالمنا، تأليف/ كيل كيركلاند، شركة حقائق في ملف، مكتبة الكونجرس، 2007.
- أساسيات الفيزياء، تأليف/ بوش جيرد، ترجمة د.سعيد الجزيريد، د. محمد أمين سليمان، مراجعة/ د. أحمد فؤاد باشا، الطبعة الأولى، الدار الدولية للاستثمار، مصر، 2005م.
- موقع ويكيبيديا، الموسوعة الحرة.
- الشبكة العنكبوتية لاستعارة بعض الصور العامة والمتاحة دون قيود.

كتب للمؤلفين

- فيزياء الحالة الصــلبة، الجزء الأول، تأليف/ د. يســرى مصــطفى، الدار الأكاديمية للطباعة والتأليف والترجمة والنشر، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس، **2007**.
- الأجهزة الالكترونية (الطبعة الثالثة، تأليف فلويد) ترجمة د. يســرى مصــطفى & د. جمال الصغير الفردغ، جامعة السابع من أبريل، الزاوية، **2008**.
- قـاموس مصــطلحـات الفيزيـاء المشــروحـة، الجزء الأول: الالكترونيـة، تـأليف/ د. يســرى مصطفى، جامعة السابع من أبريل، **2010**.
- علم الصــوتيات، تأليف ليو أل. بيرانيك، ترجمة/ د. يســرى مصــطفى و د. محمد التوهامى، جامعة السابع من أبريل، 2012.
- فيزياء الحالة الصــلبة وتطبيقاتها، المرجع الشــامل، تأليف/ د. يســرى مصــطفى، د احمد الغامدى، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، **2013**.
- التـأثيرات والظواهر الفيزيـائية وتطبيقـاتها، تـأليف/ د. يســرى مصــطفى و د. عفـاف معوض، مقدم للنشر لجامعة ام القرى، مكة المكرمة **1437**هـ.
- موسـوعة الفيزياء والفلك، تأليف/ د. يسرى مصطفى، ود. سعود اللحياني و د. عفاف معوض مقدم للنشر لجامعة ام القرى، مكة المكرمة **1437**هـ، هذا الكتاب.

نبذة عن المؤلفين



تخرج الدكتور/ يسري مصطفى من قسم الفيزياء بكلية العلوم-جامعة المنصورة عام **1975** ومنذ هذا التاريخ عمل معيدا وتدرج علميا حتى درجة أستاذ فيزياء الحالة الصلبة في قسم الفيزياء بكلية العلوم-جامعة المنصورة. بالإضافة إلى عمله في التدريس في نفس الجامعة، أشرف على العديد من رسائل الماجستير والدكتوراه وشارك في تحكيم العديد من ملفات الترقية للأستاذية والأستاذية المشاركة، علاوة على رسائل الماجستير والدكتوراه سواء المحلية والدولية وله ما يزيد عن الأربعين بحثاً منشورة في المجلات العلمية الدولية وله أيضا سبعة كتب (منها هذا الكتاب) ويعمل الأن أستاذ معار بجامعة أم القرى بمكة المكرمة. لقد كانت وما زالت الأقرب إلى قلبه هواية الإلكترونيات وصيد السمك والسفاري.



درس الأســتاذ الدكتور/ ســعود حميد اللحياني الفيزياء الطبية بقســم الفيزياء بجامعة أم القرى وتخرج عام **1408** عمل بوحدة الرنين المغناطيســي بمســتشــفى القوات المســلحة بالهدء وأنتقل بعدها للعمل بوحد الطب النووي بمســتشــفى النور التخصــصــي ثم بعد دلك عين معيد بقســم الفيزياء وابتعث لبريطاني لتحضير الماجستير والدكتوراه ا في مجال الرنين المغناطيسـي حصـل على الدكتوراه عام **1998** وبعد مضي **5** سنوات من عودته من البعثة تم ترقيته لدرجة أستاذ مشارك وفي عام **2011** حصل على درجة أستاذ في مجال الرنين المغناطيسي. له ما يتقارب **23** بحثاً عملياً واعـد **7** كتب إلكترونية في الفيزياء موجوده في المواقع (الفيزيائيين العرب) منها (ميكانيكا الكم-الميكانيكا الكلاسيكية – مادة الجوامد-مادة لليزر وتطبيقاتها – مادة البصريات) موجودة في المواقع التعليمية إضـافة لكتاب الأسـس العلمية في التخطيط العلاجي وكتاب الإلكترونيات طريقة العمل والاستخدام الموجود بمكتبة الملك فهد الوطنية بالرياض. أشرف على طالبتين لمرحلة الماجستير.

تخرجت الدكتورة/ عفاف معوض عبد المجيد علي من قسم الفيزياء بكلية العلوم-جامعة المنصورة عام **1999** ومنذ هذا التاريخ عملت معيده وتدرجت علميا حتى درجة مدرس فيزياء الضوء في قسم الفيزياء بكلية العلوم-جامعة المنصورة. بالإضافة إلى عملها في التدريس في نفس الجامعة، أشرفت على العديد من رسائل الماجستير ولها ما يقرب من الثلاثة عشر بحثاً منشورة في المجلات العلمية الدولية. تعمل الآن أستاذ مساعد بجامعة أم القري بمكة المكرمة المملكة العربية السعودية.

ممكن تطلب الكتب الخاصة بي

من دار النوارس للدعاية والنشر الإسكندرية، مصر

دارعبيد للنشر، طنطا مصر،

كنوز المعرفة جد، المملكة العربية السعودية

مكتيه الأسدية مكة، ومكتبة المكية مكة،

المملكة العربية السعودية